

T/CSHE

ICS 27.180

CCS F 19

团体标准

混凝土面板堆石坝接缝止水标准图集

Standard Drawings for Joint Sealing of Concrete Face Rockfill Dams

（征求意见稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国水力发电工程学会 发布

目次

前 言..... IV

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 目标、原则和要求..... 2

5 总图..... 4

6 底部铜止水片图..... 19

6.1 基本要求..... 18

6.2 铜止水片选型..... 21

6.3 构造要求..... 21

6.4 材料选用..... 24

6.5 施工技术要求..... 25

6.6 质量检查与验收..... 29

7 顶部塑性填料止水图..... 30

7.1 基本要求..... 30

7.2 构造要求..... 33

7.3 材料选用..... 37

7.4 施工技术要求..... 38

7.5 质量检查与验收..... 39

7.6 修复处理..... 39

8 表层防渗保护盖片止水图..... 40

8.1 基本要求..... 40

8.2 结构选型..... 43

8.3 构造要求..... 43

8.4 材料选用..... 47

8.5 施工技术要求..... 48

8.6 质量检查与验收..... 49

8.7 修复处理..... 49

9 表面涂覆型止水图..... 50

9.1 基本要求..... 50

9.2 结构选型..... 53

9.3 材料选用..... 54

9.4 施工技术要求..... 55

9.5 质量检查与验收..... 56

9.6 修复处理..... 57

10 无黏性填料图..... 58

10.1 基本要求..... 58

10.2 结构选型..... 60

10.3 构造要求..... 62

10.4 材料选用..... 62

10.5 质量检查与验收..... 63

11 缝面结构图..... 64

11.1 基本要求..... 64

11.2 缝面结构选型..... 64

11.3 构造要求..... 65

11.4 材料选用..... 65

11.5 施工技术要求..... 65

11.6 质量检查与验收..... 65

12 特殊条件下接缝止水图..... 66

12.1 基本要求..... 66

12.2 构造要求..... 66

12.3 材料选用..... 69

12.4 施工技术要求..... 70

12.5 表层止水材料检测方法..... 70

13 附录..... 71

14 附表..... 82

参考文献..... 86

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》，并参考有关先进的标准图集的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国水力发电工程学会提出并归口。

本文件起草单位：水电水利规划设计总院有限公司，中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司，中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司，中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司，中国水利水电第五工程局有限公司，中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，中国水利水电科学研究院。

本文件主要起草人：***。

混凝土面板堆石坝接缝止水标准图集

1 范围

本图集规定了钢筋混凝土面板堆石坝接缝止水的结构布置以及各部位的构造设计，材料性能，施工及质量检查与验收的要求。

本图集适用于钢筋混凝土面板堆石坝和抽水蓄能电站全库盆防渗的钢筋混凝土面板的接缝止水设计。面板与岸边建筑物、库底廊道、进/出水口等的接缝止水可参照执行。

本图集是对现有国标和行标的补充和完善，并不低于国标或行标的要求。

注：本标准图集适用于接缝单向位移允许值不超过10cm的接缝止水设计，超过这个范围的接缝止水需开展专题研究。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2059 《铜及铜合金带材》

GB/T 3280 《不锈钢冷轧钢板和钢带》

GB/T 17638 《土工合成材料 短纤针刺非织造土工布》

GB/T 17639 《土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布》

GB/T 18173.1 《高分子防水材料 第1部分：片材》

GB/T 18173.2 《高分子防水材料 第2部分：止水带》

GB/T 50662 《水工建筑物抗冰冻设计标准》

GB/T 13477.12 《建筑密封材料试验方法 第12部分：同一温度下拉伸-压缩循环后粘结性的测定》

GB/T 13477.10 《建筑密封材料试验方法 第10部分：定伸粘结性的测定》

GB/T 23446 《喷涂聚脲防水涂料》

NB/T 10871 《混凝土面板堆石坝设计规范》

NB/T 11569 《水工建筑物封缝防渗聚脲应用技术规范》

NB/T 10883.1 《水电工程制图标准 第1部分：基础制图》

NB/T 10883.2 《水电工程制图标准 第2部分：水工建筑》

DL/T 949 《水工建筑物塑性嵌缝密封材料技术标准》

DL/T 5113.14 《水电水利基本建设工程单元工程质量等级评定标准第14部分：混凝土面板堆石坝工程》

DL/T 5115 《混凝土面板堆石坝接缝止水技术规范》

DL/T 5128 《混凝土面板堆石坝施工规范》

DL/T 5215 《水工建筑物止水带技术规范》

DL/T 5317 《水电水利工程聚脲涂层施工技术规程》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

垂直缝 **vertical joint**

面板条块之间的竖向接缝。

注：缝内填充一定宽度可压缩材料的垂直缝称为柔性垂直缝。

[来源：NB/T 10871—2021，2.1.23，有修改]

3.2

压性垂直缝（A型缝） **compressive vertical joint（joint of type A）**

坝轴向受压区面板的垂直缝，一般位于河床中部。

3.3

张性垂直缝（B型缝） **tensioned vertical joint（joint of type B）**

坝轴向受拉区面板的垂直缝，一般位于两岸坡附近。

3.4

周边缝（C型缝） **peripheric joint（joint of type C）**

面板与趾板或趾墙之间的接缝。

[来源：NB/T 10871—2021，2.1.22]

3.5

周边垂直缝（D型缝） **peripheric vertical joint（joint of type D）**

高坝及特高坝垂直缝中靠近周边缝的缝段。

置于不锈钢保护罩内包裹无黏性填料避免其流失，纵向和环向多处折叠并粘接以适应变形的土工布。

4 目标、原则和要求

4.1 混凝土面板堆石坝接缝止水设计应以安全可靠、保证质量、技术先进、方便施工、环境友好、节能降碳、经济合理等为目标，结构设计应以底部、顶部和表面相对独立、分层协同、精准适配为原则。

4.2 参考本图集进行混凝土面板堆石坝接缝止水设计时，应充分了解大坝工程特性，针对接缝张开、沉降和剪切等三向位移要求，在满足相关设计规范的前提下，开展具体设计。

4.3 接缝止水设计应包括总图设计和分层止水设计，设计内容包括分缝布置、结构设计、材料性能、施工要求、质量检查与验收。

4.4 总图设计应绘制接缝止水平面图和大样图，以及各类型缝的典型剖面图，包括压性垂直缝（A型缝）、张性垂直缝（B型缝）、周边缝（C型缝）、周边垂直缝（D型缝）、面板与防浪墙连接缝（E型缝）、趾板伸缩缝（F型缝）、连接缝（G型缝）、面板水平缝（H型缝）、施工缝（I型缝）、防浪墙结构缝等，并提出施工技术要求。

4.5 各部位的设计可包括底部铜止水结构、顶部塑性填料止水结构、表层防渗保护盖片止水结构、表面涂覆型止水、无黏性填料、缝面结构等。

4.6 底部铜止水结构设计应绘制铜止水片平面布置图、典型剖面图，整体T型接头和转弯段的大样、焊接接头大样等详图；给出下部垫片、铜片、橡胶棒、塑性嵌缝片、止水盖片等材料特性指标；提出施工技术要求、材料及施工质量检验检测方法。

4.7 顶部塑性填料止水结构设计应根据需要绘制平面布置图、典型剖面图，波形止水带整体T型接头和转弯段大样图，硫化连接接头、与垂直缝铜止水片的连接接头大样图；给出塑性填料、橡胶/塑料棒、底胶、波形止水带、封边压条、封边垫片、扁钢、螺栓等的材料特性指标；提出施工技术要求、材料及施工质量检验检测方法。

4.8 表层防渗保护盖片止水结构设计应绘制平面布置图、典型剖面图，复合止水保护盖片整体T型接头和转弯段大样图、硫化连接接头大样图；给出橡胶板、封边压条、封边垫片、扁钢、螺栓等的材料特性指标；提出施工技术要求、材料及施工质量检验检测方法。

- 3.6
防浪墙底部水平缝（E型缝）
bottom horizontal joint of parapet wall（joint of type E）
防浪墙底部与面板、趾板间的接缝。
[来源：DL/T 5115，2.0.5]
- 3.7
面板水平缝（H型缝）
horizontal joint of slab（joint of type H）
为改善面板受力条件，沿某一高程设置的面板永久水平结构缝。
[来源：NB/T 10871—2021，2.1.24，有修改]
- 3.8
趾板伸缩缝（F型缝）
horizontal joint（joint of type F）
为协调趾板纵向变形而设置的永久结构缝。
- 3.9
连接缝（G型缝）
connection joint（joint of type G）
连接趾板、连接板、防渗墙之间，或库周面板与库底面板之间的连接板的接缝。
- 3.10
施工缝（I型缝）
construction joint（joint of type I）
按设计要求或施工需要分期或分段浇筑，先后浇筑混凝土之间的接缝。
[来源：GB 50666—2011，2.0.9，有修改]
- 3.11
硫化连接
sulfuration bonding
通过加热、模压硫化将橡胶材料端头连接的工艺。
- 3.12
支撑棒
support rod
布置于顶部塑性填料止水结构的下部，直接或在波形止水带下支撑塑性填料的橡胶棒或塑料棒。
- 3.13
抗压棒
compression-resistant rod
内置于铜止水结构“鼻子”顶部防止其受挤压变形的橡胶棒。
- 3.14
百折布
geotextile folded at multiple places

4.9 表面涂覆型止水设计应绘制平面布置图、典型剖面图，给出涂层及底胶、胎基布及其固定措施等的材料特性指标，提出施工技术要求、材料及施工质量检验检测方法。

4.10 无黏性填料设计应绘制平面布置图、典型剖面图，不锈钢罩 T 型接头和转弯段大样图、百折布大样图；给出不锈钢、百折布、粉煤灰、封边压条、螺栓等的材料特性指标；提出施工技术要求、材料及施工质量检验检测方法。

4.11 缝面结构设计应绘制各类缝型的缝面涂刷设计图或填缝材料设计图；趾板设有伸缩缝时应绘制接缝止水图，包括伸缩缝底部、上部止水结构图；给出材料特性指标。

4.12 接缝止水制图宜根据需要绘制总图、底部铜止水结构图、顶部塑性填料止水结构图、表层防渗保护盖片止水结构图、表面涂覆型止水图、无黏性填料图、缝面结构图，并应符合 NB/T 10883.1 和 NB/T 10883.2 的规定。

4.13 对于高坝和特高坝，宜根据作用水头、检修条件、死水位位置、水位变幅等因素研究将底部、顶部、表层的止水系统设置成若干个独立防渗止水区域。

4.14 使用本图集宜遵循以下步骤：

1) 根据大坝的建基条件、坝高、抗震设计标准、环境条件和接缝变形计算成果，选择合适的总图设计，绘制平面布置图、各部位分缝止水的的设计剖面图并提出施工技术要求。

2) 对各类型分缝，根据其设计剖面图确定的止水结构体系，对体系中包含的各部分，如底部铜止水片、顶部塑性填料及波形止水带、表层复合止水保护盖片等，根据其适应变形要求和作用水头段，选用图集各部分相应设计图、材料特性指标和施工技术要求作为参考。

3) 对于严寒地区、高温强紫外线、高地震烈度区等特殊条件下的面板堆石坝接缝止水，应结合本标准图集第 12 章的有关规定开展设计。

4) 参照本图集设计面板堆石坝接缝止水时，应配套提出对施工队伍业绩与经验、施工人员专业与能力的要求，并做好设计交底。

5 总图

5.1 面板堆石坝接缝止水可包括压性垂直缝（A型缝）、张性垂直缝（B型缝）、周边缝（C型缝）、距周边缝一定范围内的周边垂直缝（D型缝）、防浪墙底部水平缝（E型缝）、水平缝（H型缝）、趾板伸缩缝（F型缝）、连接缝（G型缝）、施工缝（I型缝）、防浪墙结构缝等，接缝止水构造宜满足表5.1-1的要求，趾板建基在基岩上、覆盖层上及抽水蓄能电站接缝止水结构平面布置见图5.1-1~图5.1-3。

表5.1-1 面板堆石坝典型接缝止水构造

缝型	止水措施
压性垂直缝 (A型缝)	底部：垫片、W1型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、波形止水带、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料； 缝面：沥青乳剂、抗挤压板。
张性垂直缝 (B型缝)	底部：垫片、W1型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、波形止水带、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料； 缝面：沥青乳剂。
周边缝 (C型缝)	底部：垫片、F型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、波形止水带、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料、无黏性填料、百折布、不锈钢保护罩； 缝面：抗挤压板。
周边垂直缝 (D型缝)	底部：垫片、W1型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、波形止水带、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料、无黏性填料、百折布、不锈钢保护罩； 缝面：沥青乳剂或抗挤压板。

缝型	止水措施（高坝止水措施）
面板与防浪墙 连接缝 (E型缝)	底部：垫片、W2型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、封边塑性填料； 缝面：沥青乳剂。
水平缝 (H型缝)	底部：垫片、W1型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料； 缝面：抗挤压板。
趾板伸缩缝 (F型缝)	第一道（趾板下游端）：W型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板； 第二道： 型式一（趾板中上部）：W型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板； 型式二（趾板顶面）： 顶部：塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料； 缝面：沥青乳剂。
连接缝 (G型缝)	底部：垫片、W1型铜止水片、抗压棒、聚氨酯泡沫板、复合止水条； 顶部：底胶、支撑棒、波形止水带、塑性填料； 表层：防渗保护盖片、塑性封边填料； 缝面：抗挤压板。
施工缝 (I型缝)	缝面：凿毛、涂抹水泥砂浆，遇水膨胀止水条。

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	4

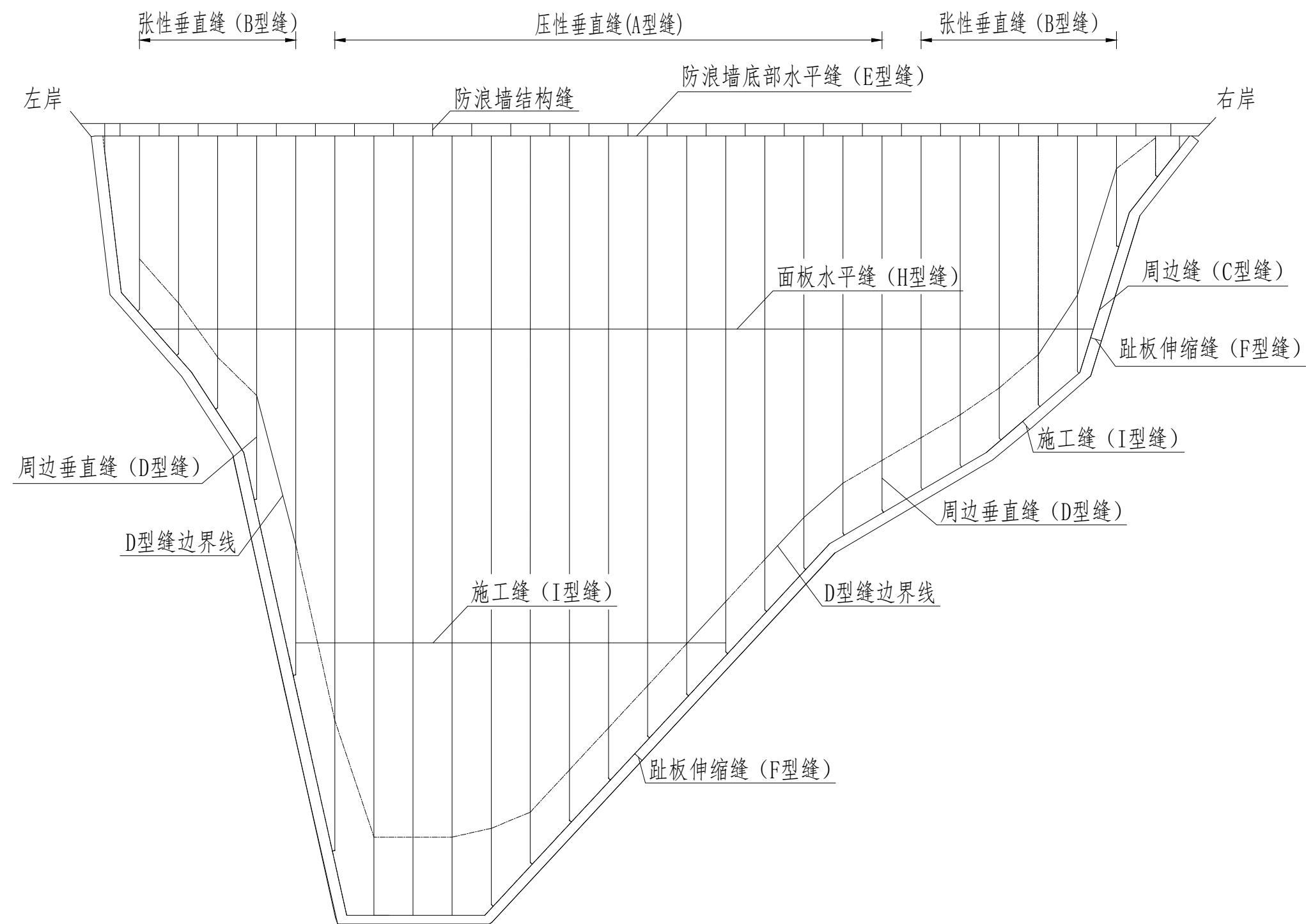


图5.1-1 趾板建基于基岩上面板堆石坝接缝示意图

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	5

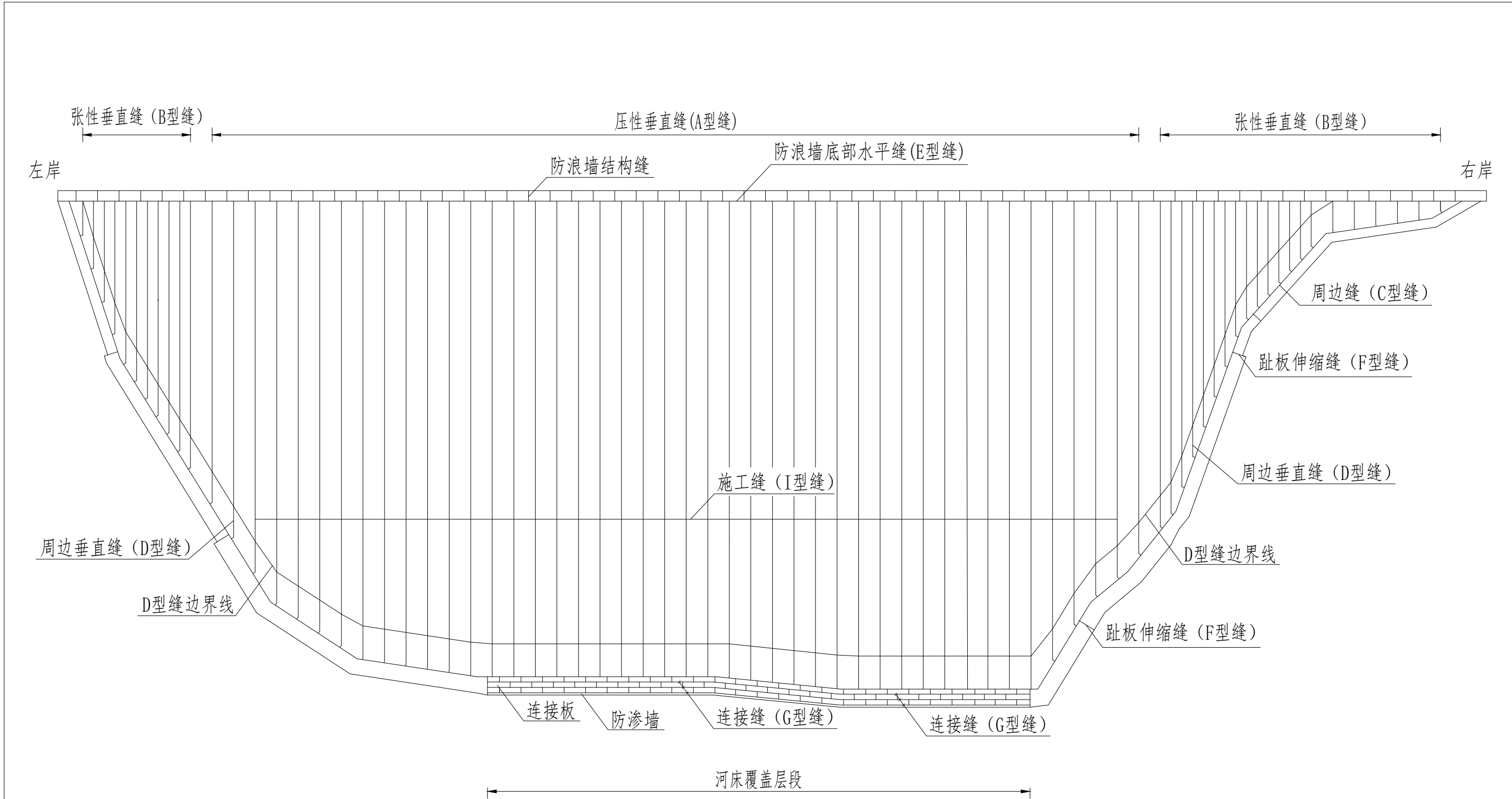


图5.1-2 趾板建基于覆盖层上面板堆石坝接缝示意图

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	6

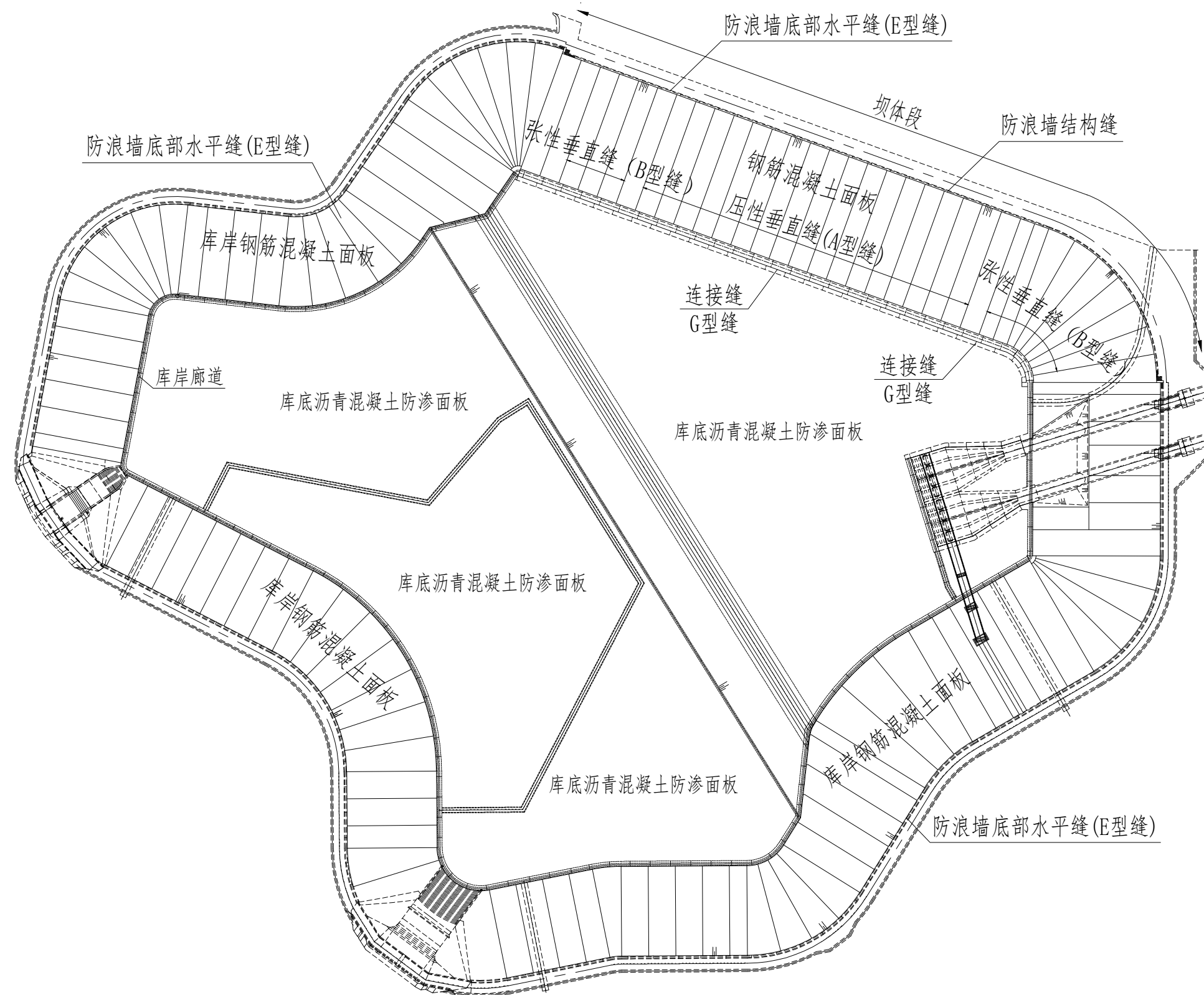


图5.1-3 抽水蓄能电站全库盆防渗面板堆石坝接缝示意图

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	7

5.2 压性垂直缝（A型缝）止水结构设计应满足下列要求：

- a) 低坝的压性垂直缝应设底部铜止水片，结构设计见图5.2-1。
- b) 中坝的压性垂直缝除设底部铜止水片外，宜设置顶部塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水，结构设计见图5.2-2。
- c) 高坝和特高坝的压性垂直缝除设底部铜止水片外，应设置顶部塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水，结构设计见图5.2-2。

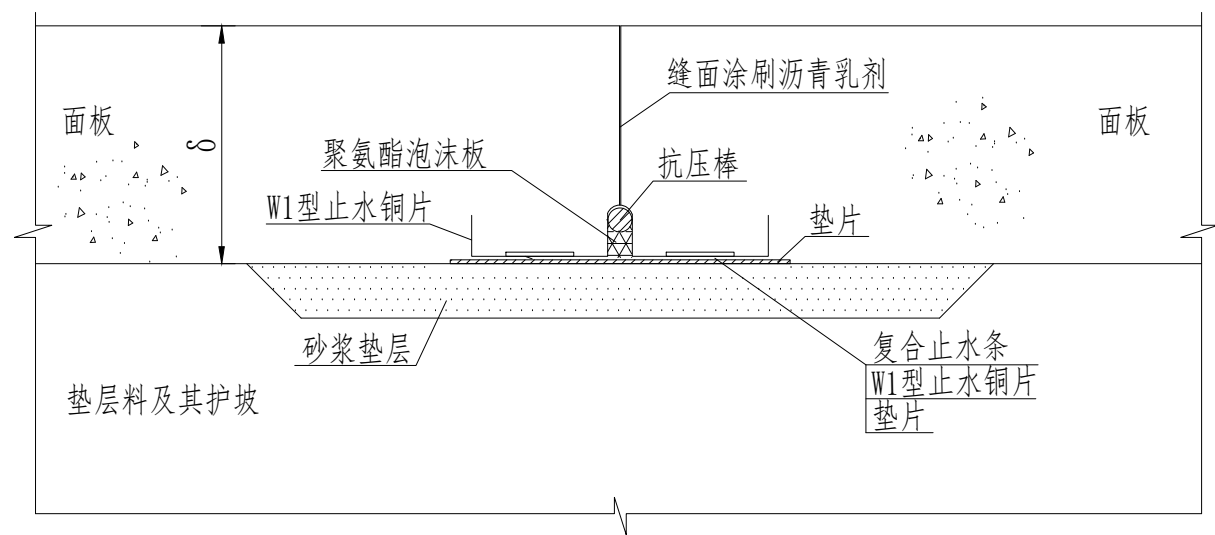


图5.2-1 压性垂直缝（A型缝）结构图(低坝)

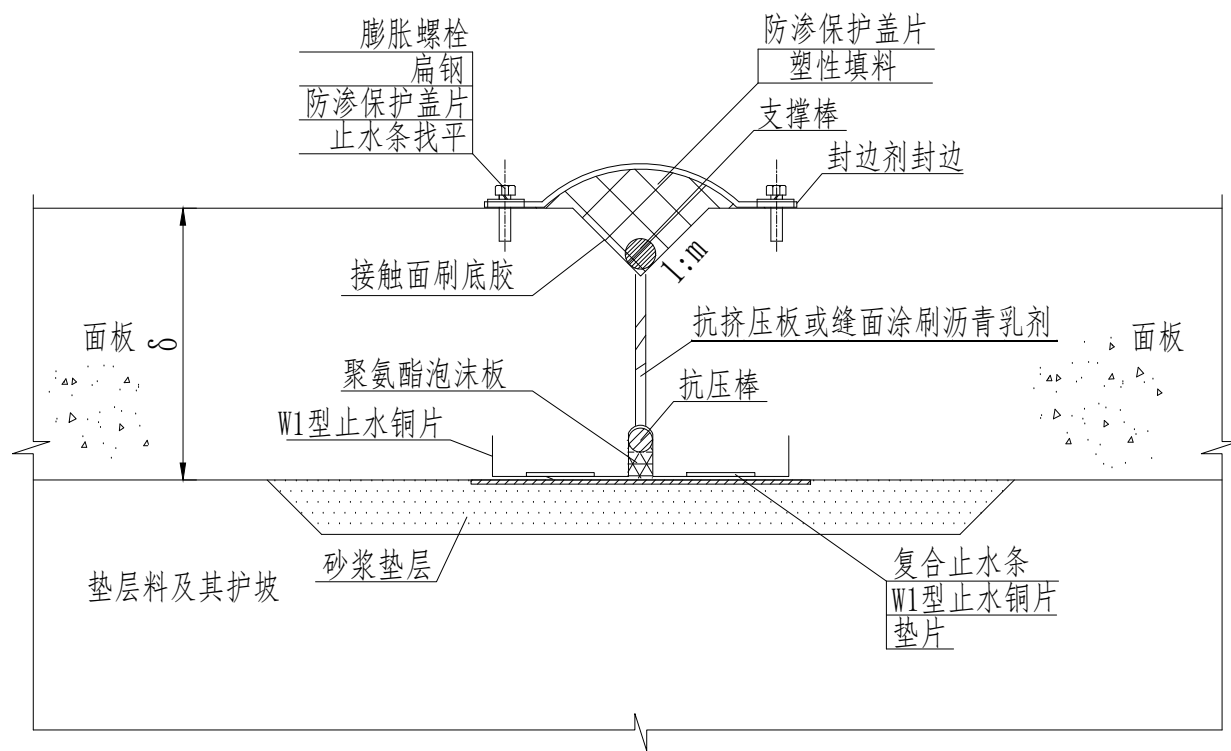


图5.2-2 压性垂直缝（A型缝）结构图(中高坝)

5.3 张性垂直缝（B型缝）止水结构应满足下列要求：

- a) 低坝的张性垂直缝可只设置一道底部铜止水，结构设计见图5.3-1。
- b) 中坝的张性垂直缝除底部设置铜止水外，宜在顶部设置塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水，结构设计见图5.3-2。
- c) 高坝和特高坝的张性垂直缝除设置底部铜止水外，应在缝顶设置塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水，结构设计见图5.3-2。
- d) 垂直缝止水与周边缝止水应妥善连接，并形成封闭止水系统。

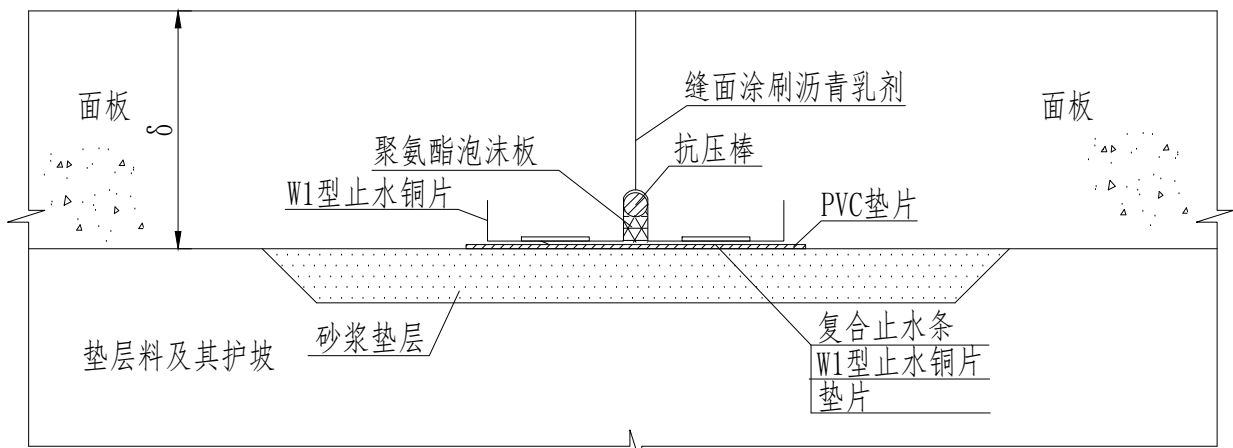


图5.3-1 B型垂直缝结构图(低坝)

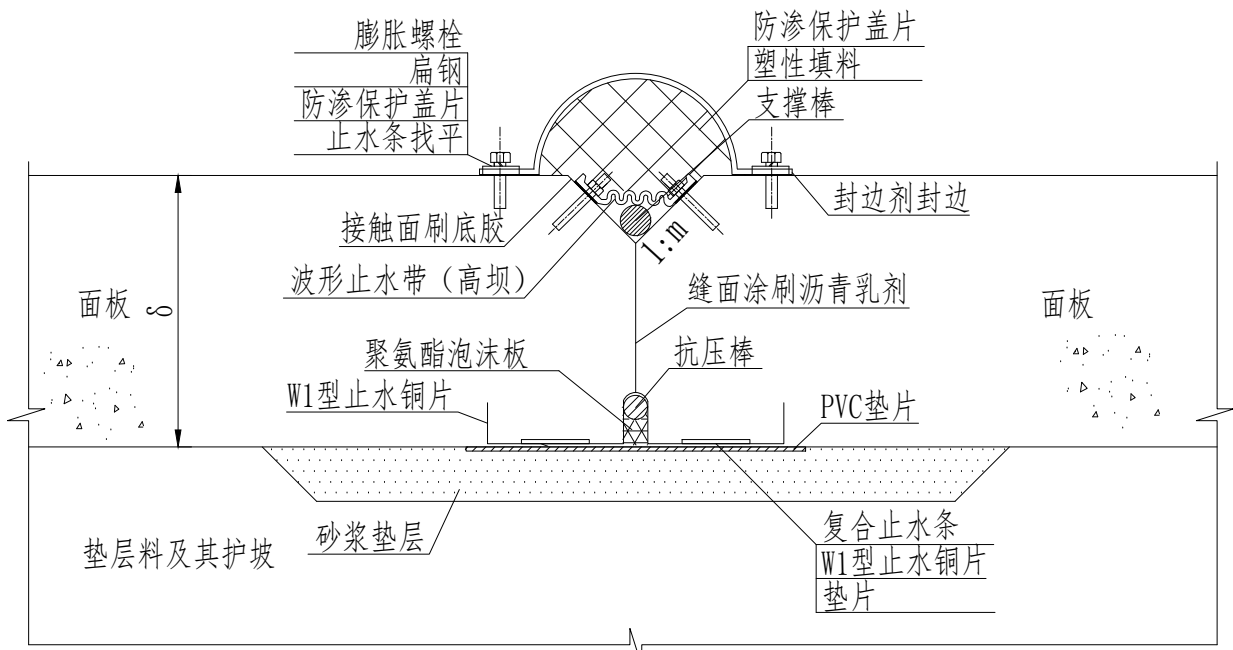


图5.3-2 B型垂直缝结构图(中高坝)

5 总图

图集号

审核

校对

设计

页

8

5.4 周边缝（C型缝）止水结构设计应满足下列要求：

- a) 低坝的周边缝应设底部铜止水片，结构设计见图5.4-1。
- b) 中坝的周边缝除设底部铜止水片外，宜设置顶部塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水或无黏性填料，结构设计见图5.4-2。
- c) 高坝的周边缝除设底部铜止水片外，应设置顶部塑性填料止水和表层防渗保护盖片止水或无黏性填料，顶部宜设波形止水带，也可同时设置顶部塑性填料止水、表层防渗保护盖片止水和无黏性填料，缝中部可设置止水，结构设计见图5.4-3。
- d) 特高坝的周边缝除设底部铜止水片外，应设置顶部塑性填料止水、表层防渗保护盖片止水、波形止水带和无黏性填料，缝中部可设置止水，结构设计见图5.4-3。
- e) 周边缝底部铜止水片和顶部塑性填料应自成封闭的止水系统。垂直缝顶部无塑性填料时，周边缝顶部塑性填料应与垂直缝的铜止水片连接，结构设计见图5.4-4。

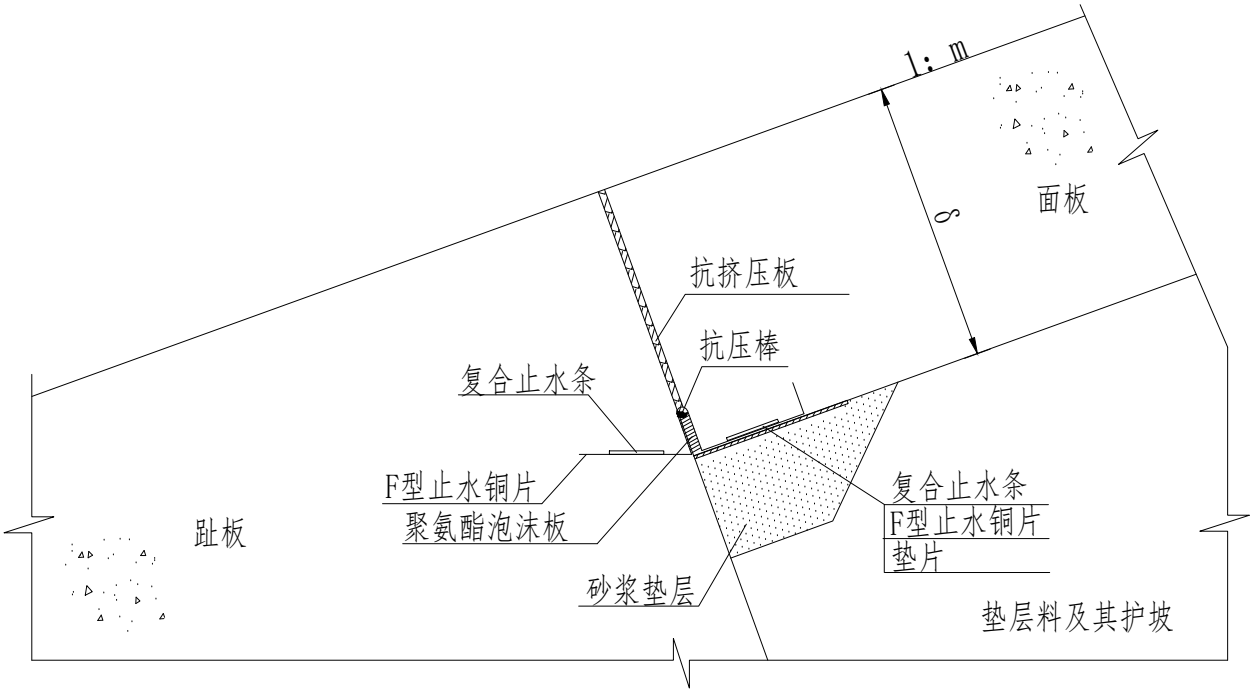


图5.4-1 C型周边缝结构图(低坝)

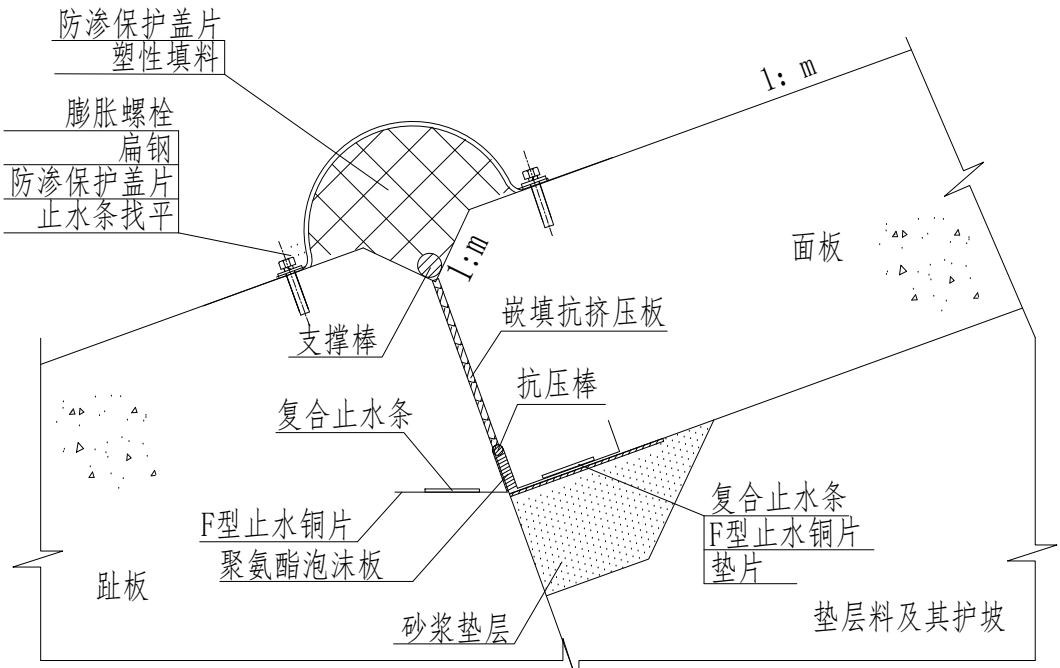


图5.4-2 C型周边缝结构图(中坝)

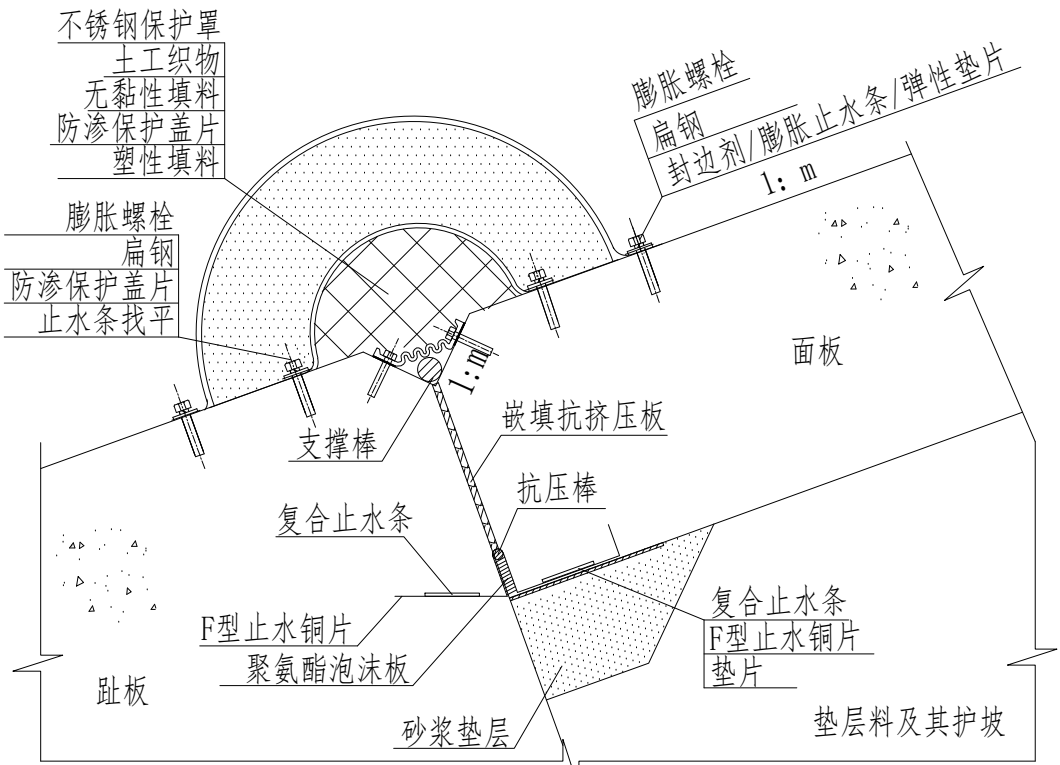


图5.4-3 C型周边缝结构图(高坝)

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	9

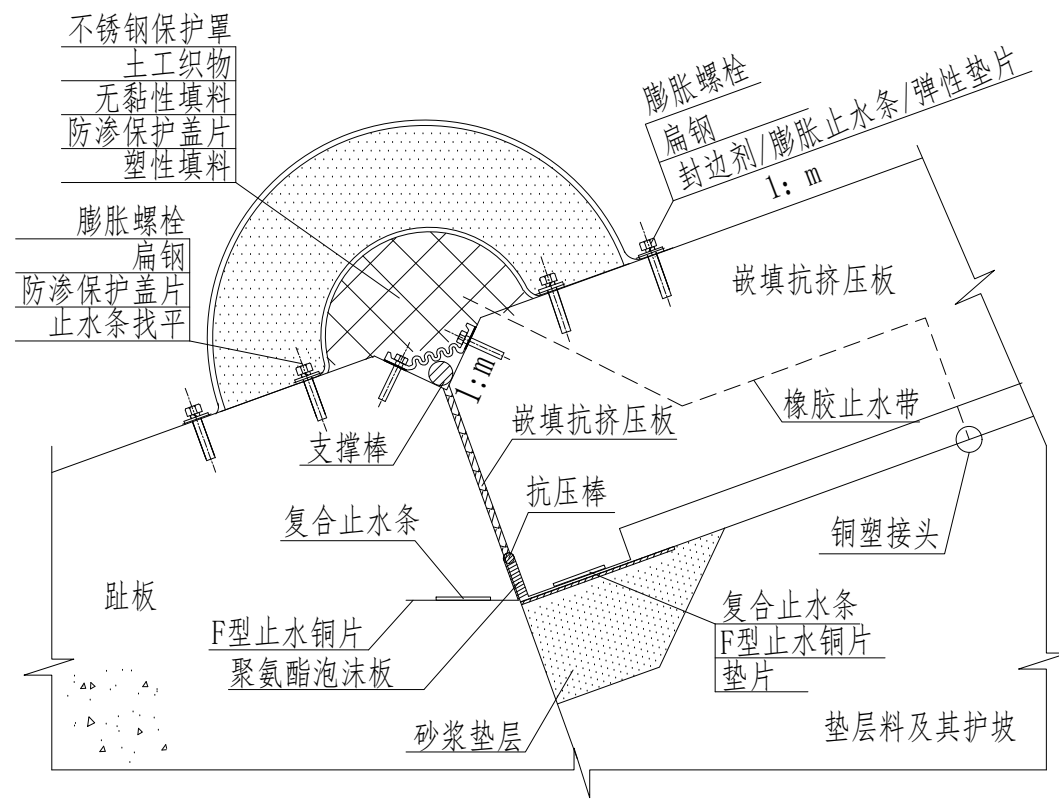
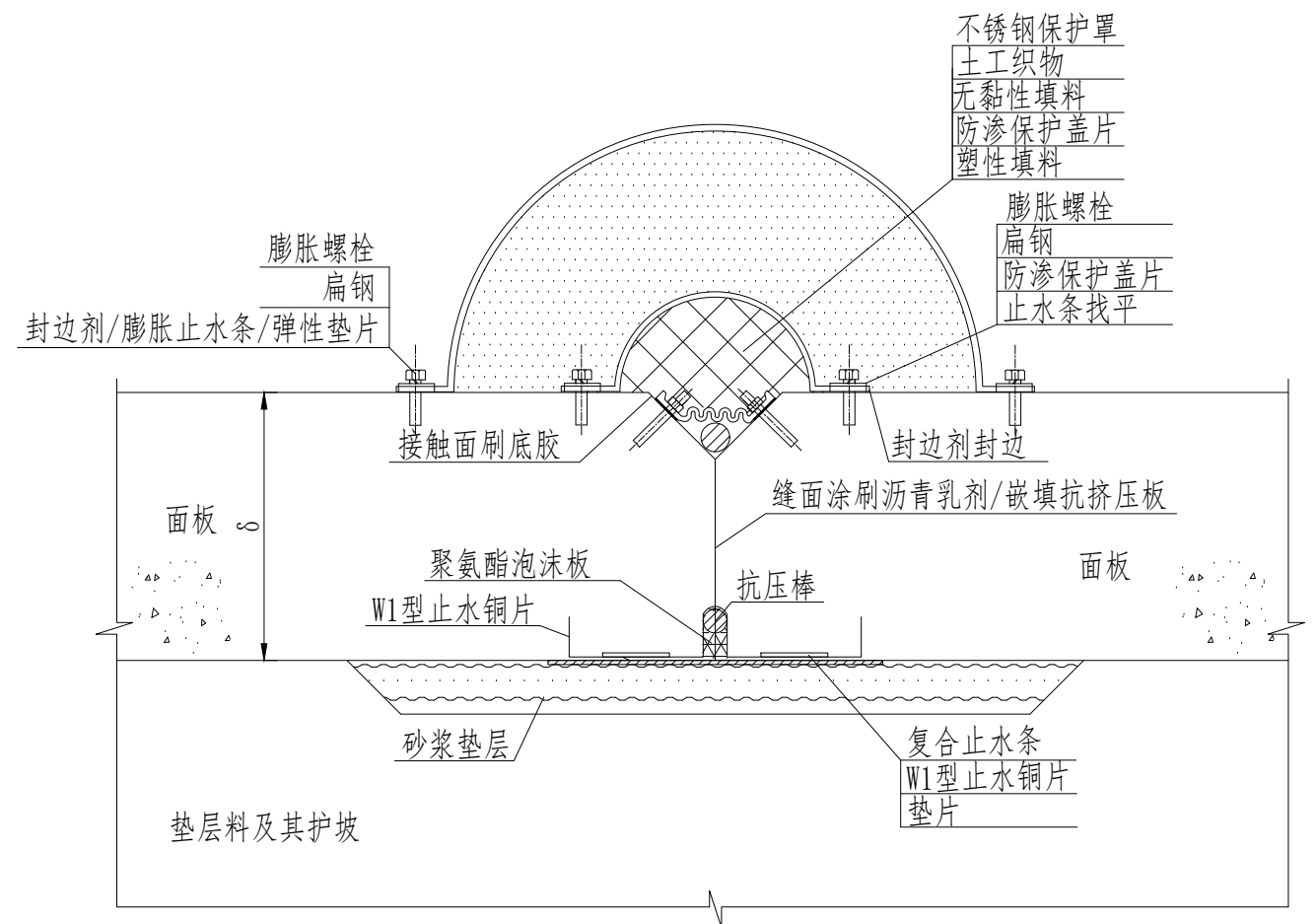


图5.4-4 C型周边缝结构图(高坝、特高坝沿缝面)

5.5 高坝及特高坝应在周边缝附近20~30m范围内设置周边垂直缝(D型缝)，其止水结构应在垂直缝的止水结构上，顶部增设无黏性填料，一端与周边缝顶部无黏性填料连接，另一端采用钢板进行封闭。周边垂直缝结构型式见图5.5-1、图5.5-2。



5.5-2 D型周边垂直缝结构图（高坝、特高坝）

5 总图

图集号

审核

校对

设计

页

10

5.6 防浪墙底部水平缝（E型缝）止水结构应满足以下要求：

- a) 应设置底部铜止水、顶部塑性填料止水及表层防渗保护盖片，其结构见图5.6-1、图5.6-2。
- b) 顶部和底部的止水结构应与面板垂直缝相对应的止水结构连接。
- c) 防浪墙底部水平缝应与趾板可靠连接，且形成封闭止水系统。

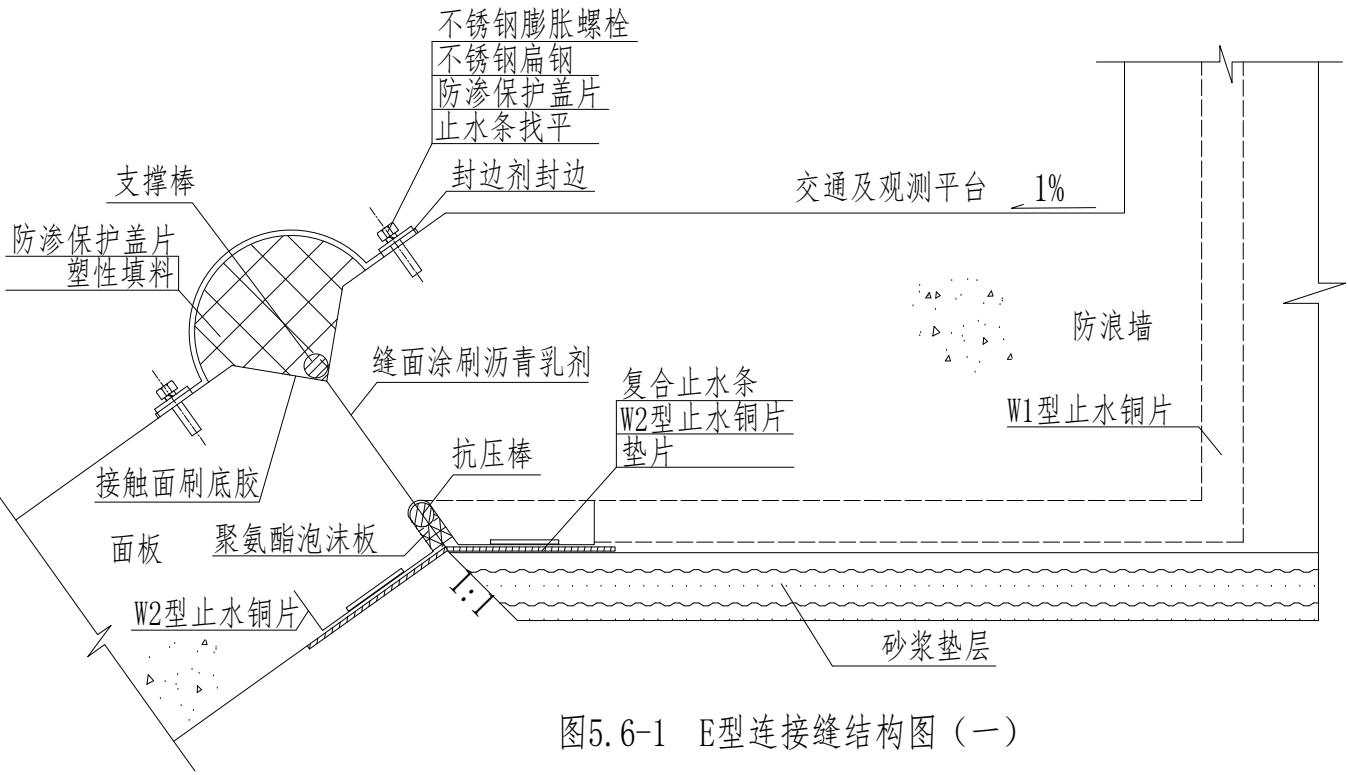


图5.6-1 E型连接缝结构图（一）

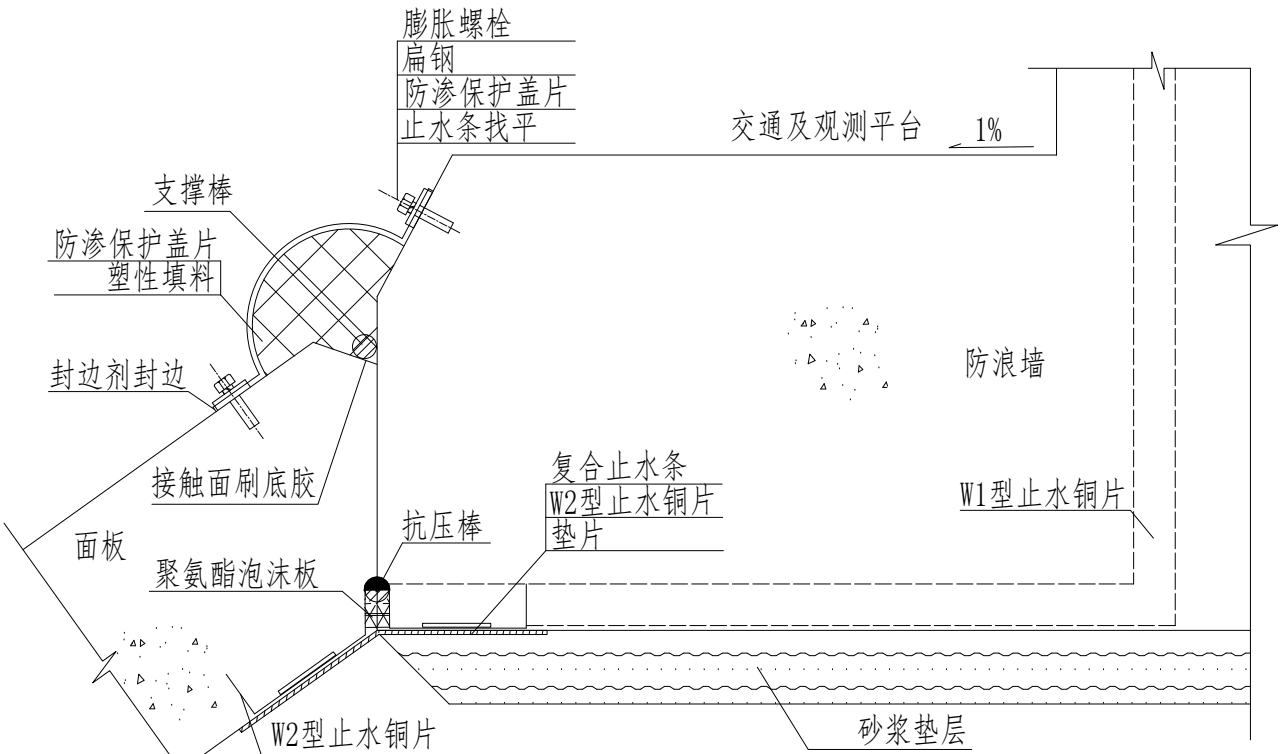


图5.6-2 E型连接缝结构图（二）

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	11

5.7 趾板伸缩缝（F型）止水结构应满足下列要求：

- a) 可结合地形、地质条件进行布置，并应与面坝垂直缝错开。
- b) 伸缩缝铜止水带的一端应与周边缝的止水带连接，另一端应埋入基岩内，构成封闭止水系统，缝面涂刷沥青乳剂。
- c) 趾板伸缩缝与周边缝止水连接方式，可以与底部铜止水带连接，也可与顶部塑性填料止水连接。
- d) 趾板伸缩缝止水设计应符合下列规定：
 - 1) 趾板伸缩缝的第一道铜止水片应设置于趾板中上部，其下游端与周边缝顶部塑性填料止水连接，上游端埋入基岩内，深度可为30cm~50cm。下游端应设置第二道铜止水片，其上部与周边缝底部铜止水连接，下部埋入基岩内，深度可为30cm~50cm。止水结构设计见图5.7-1。
 - 2) 缝顶设有塑性填料止水时，其下游端与周边缝的塑性填料止水连接，上游端与第一道铜止水片连接。止水结构设计见图5.7-2。
 - 3) 周边缝未设置顶部塑性填料止水时，铜止水片直接一端与周边缝底部铜止水片连接，另一端埋入基岩内，深度可为30cm~50cm。止水结构设计见图5.7-3。

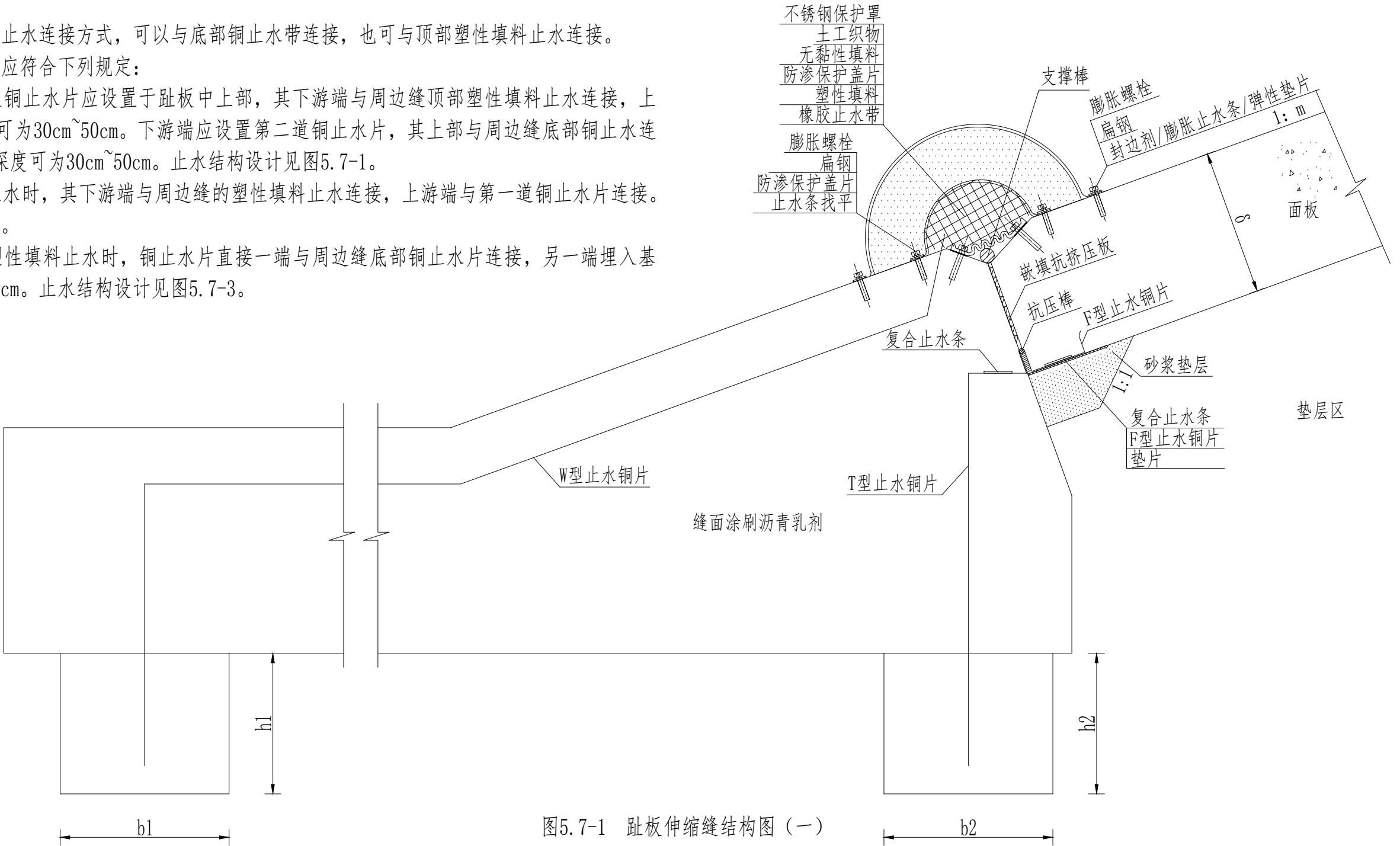


图5.7-1 趾板伸缩缝结构图（一）

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	12

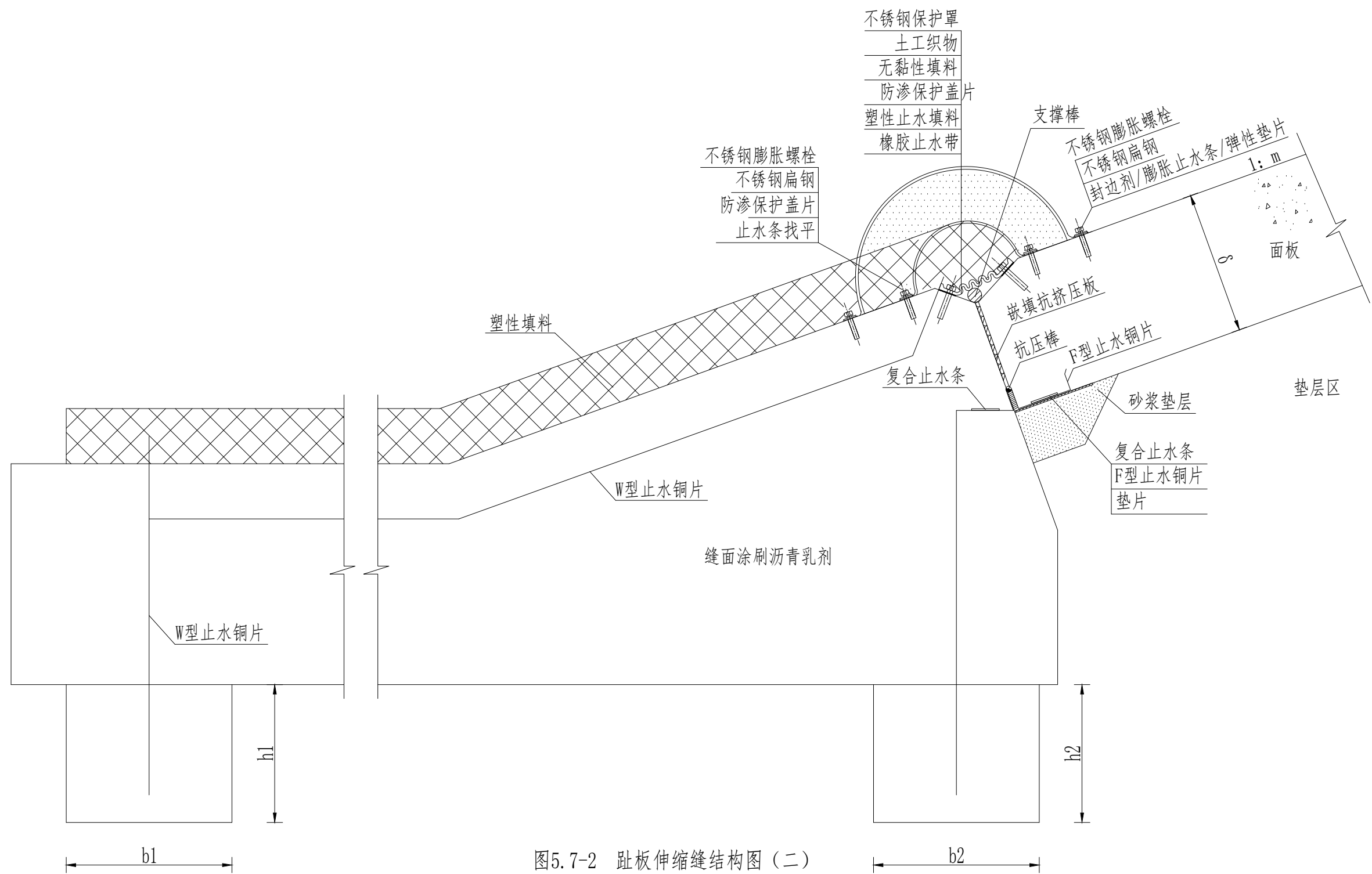


图5.7-2 趾板伸缩缝结构图 (二)

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	13

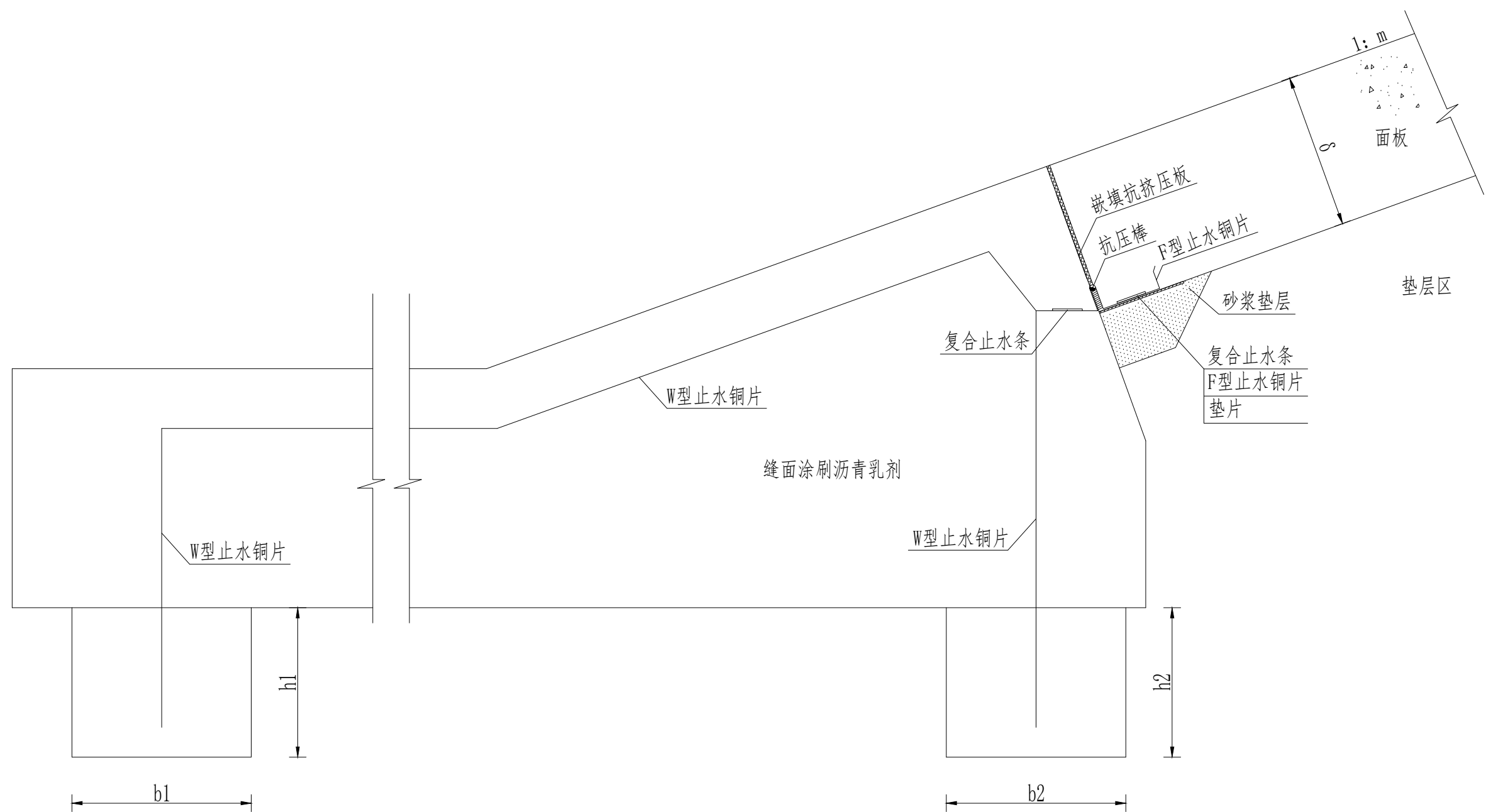


图5.7-3 趾板伸缩缝结构图（三）

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	14

- 5.8 连接缝（G型缝）止水结构应满足下列要求：
- a) 连接缝止水结构应与周边缝连接形成封闭止水系统。
 - b) 连接缝参照周边缝止水进行设计。结构设计见图5.8-1~图5.8-3。

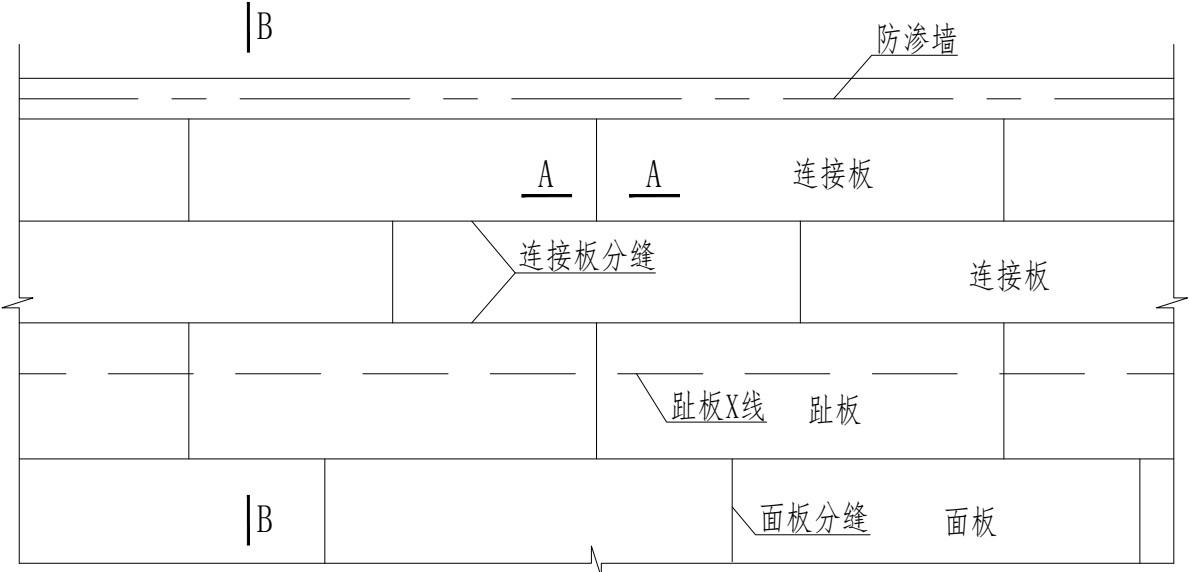


图5.8-1 连接缝（G型缝）平面布置图

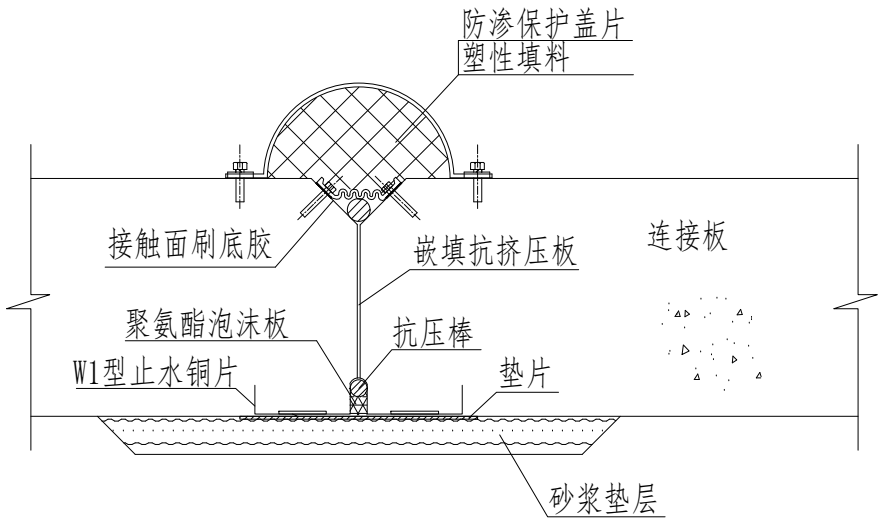


图5.8-2 连接缝（G型缝）A-A剖面图

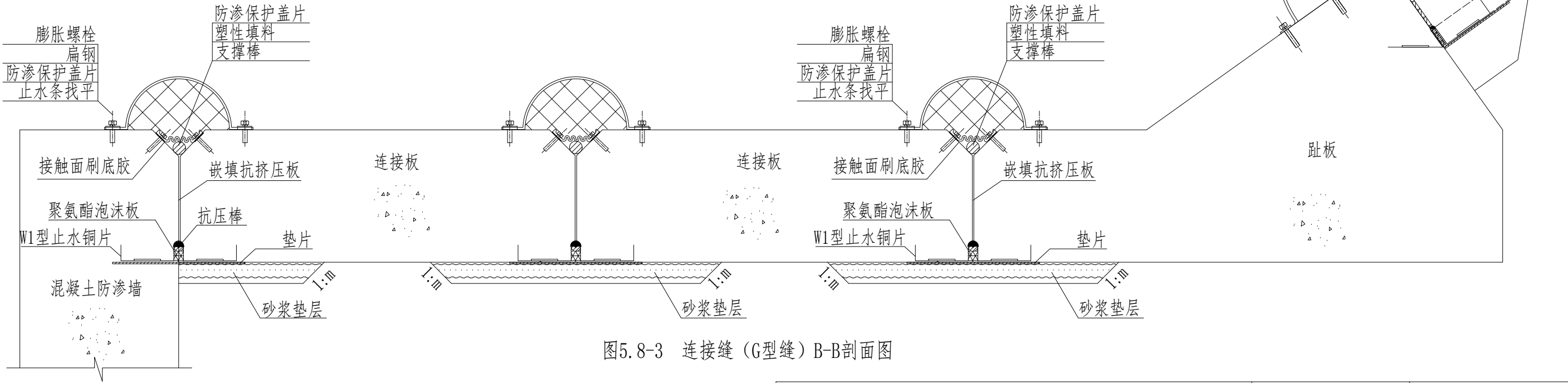


图5.8-3 连接缝（G型缝）B-B剖面图

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	15

5.9 面板水平缝（H型缝）止水结构应满足下列要求：

- a) 面板水平缝止水应与垂直缝止水形成封闭的止水系统。
- b) 面板水平缝参照张性垂直缝（B型缝）止水进行设计。结构设计见图5.9-1。

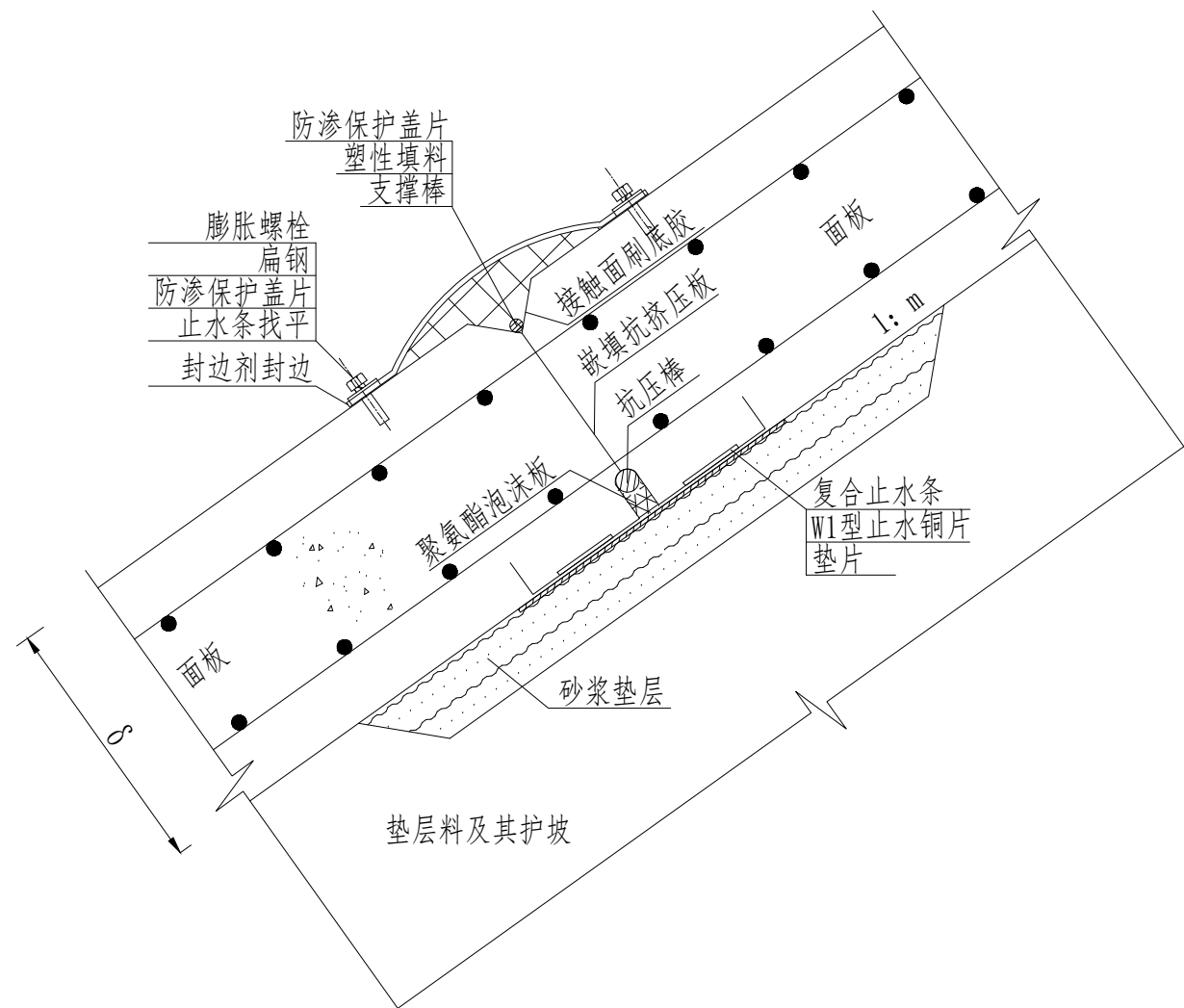


图5.9-1 面板H型水平缝

5.10 施工缝（I型缝）止水结构宜满足下列要求：

- a) 面板上的施工缝宜在中部设置止水片或止水条,顶部可设一道塑性填料止水及防渗保护盖片,两端与垂直缝止水结构连接,结构设计见图5.10-1。
- b) 趾板上的施工缝应在中部设置止水片或止水条,结构设计见图5.10-2。
- c) 施工缝缝面应凿毛,并涂刷水泥砂浆。

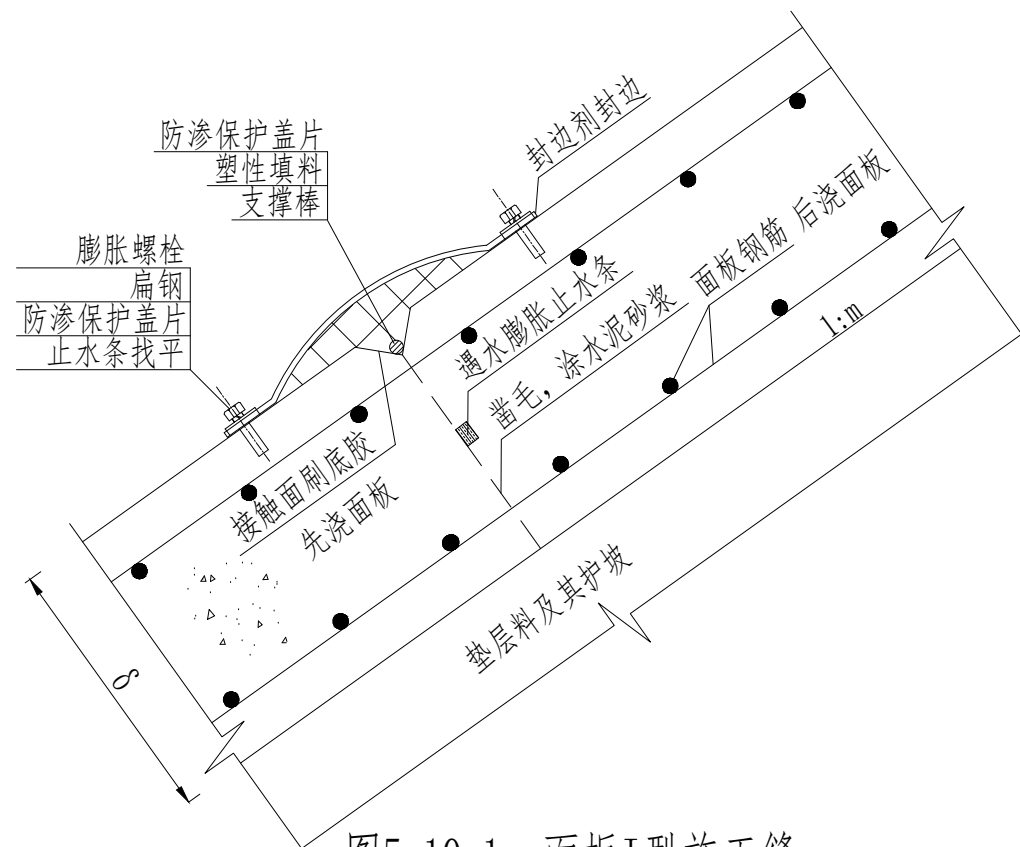


图5.10-1 面板I型施工缝

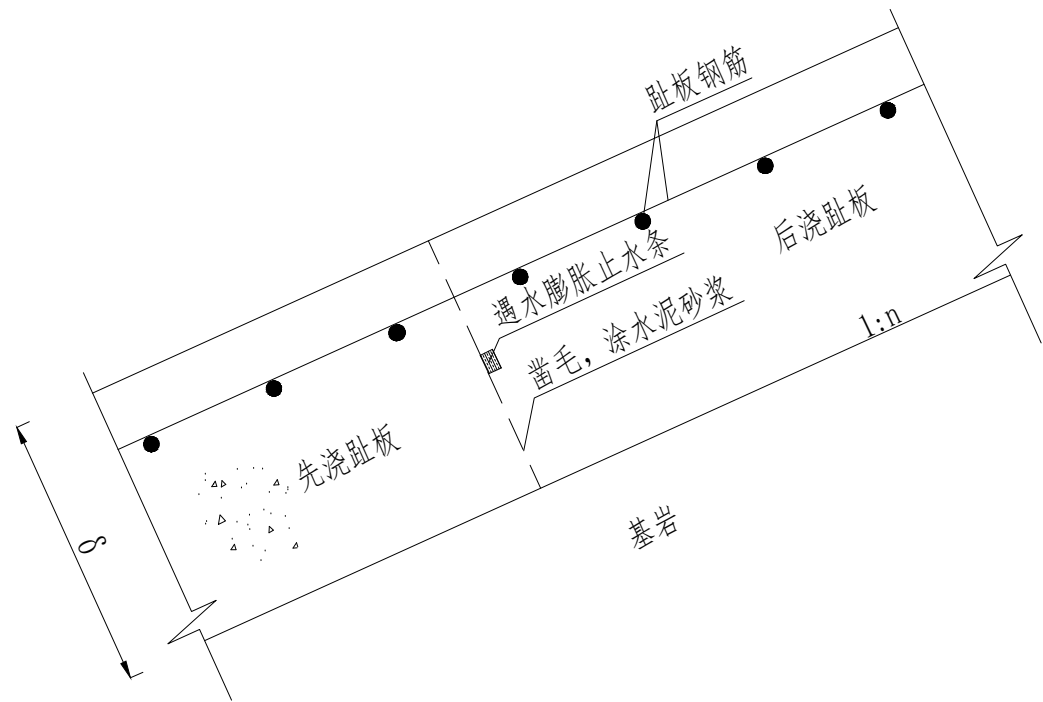


图5.10-2 趾板I型施工缝

5 总图

图集号

审核

校对

设计

页

16

5.11 抽水蓄能电站库岸采用钢筋混凝土面板防渗时，垂直缝止水结构参照中坝或低坝压性垂直缝（A型缝）进行设计，应设置底部铜止水片，顶部宜设置顶部塑性填料止水或设置其他缝顶止水结构。结构设计见图5.11-1、图5.11-2。

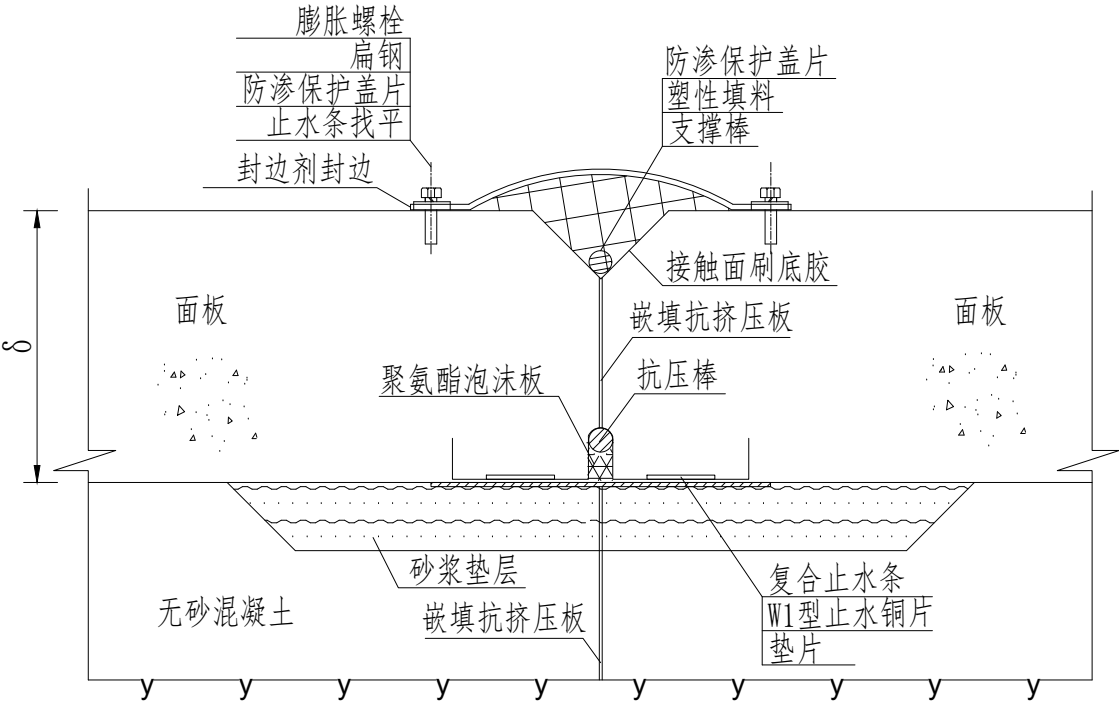


图5.11-1 抽蓄电站库岸混凝土面板压性垂直缝（一）

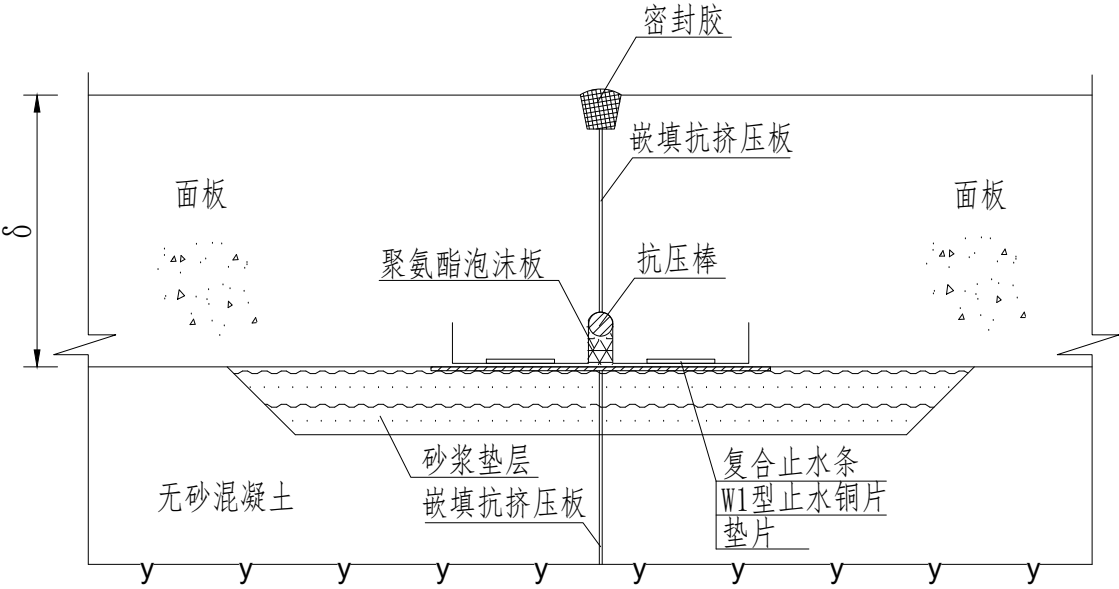


图5.11-2 抽蓄电站库岸混凝土面板压性垂直缝（二）

5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	17

6. 底部铜止水结构图

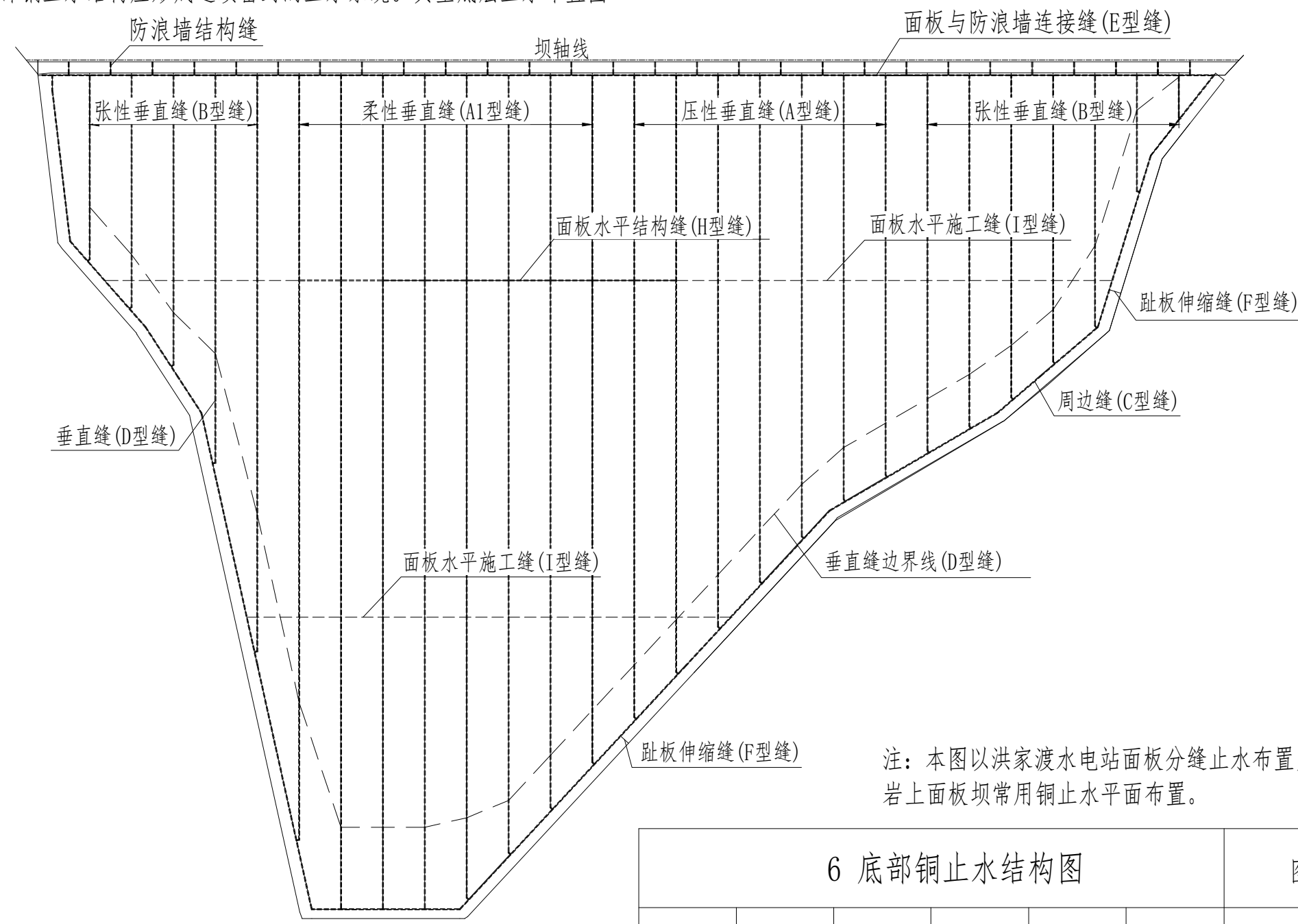
6.1 基本要求

6.1.1 底部铜止水结构设计及其相关细部结构设计应包括其构造、空间夹角复核、材料技术指标、施工技术要求及施工质量检查检测方法等内容。

6.1.2 混凝土面板堆石坝的面板与趾板、趾墙间周边缝（C型缝）、面板间垂直缝（A、B型缝）、水平缝（H型缝）、防浪墙底部水平缝（E型缝）、趾板与混凝土连接板（G型缝）、趾板缝（F型缝）、防浪墙结构缝等，接缝底部铜止水结构应形成连续密封的止水系统。典型底层止水布置图见图6.1-1~6.1-3。

6.1.3 底部铜止水结构应主要包括垫片、铜止水型式、鼻子填充材料、平段复合材料等。

6.1.4 高地震烈度条件和深厚覆盖层条件下，底部铜止水片应具有适应面板接缝三向大变形的能力，必要时可采用特殊的止水结构型式。



注：本图以洪家渡水电站面板分缝止水布置为例，示意建基在基岩上面板坝常用铜止水平面布置。

图6.1-1 面板底部止水铜片布置图

6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	18

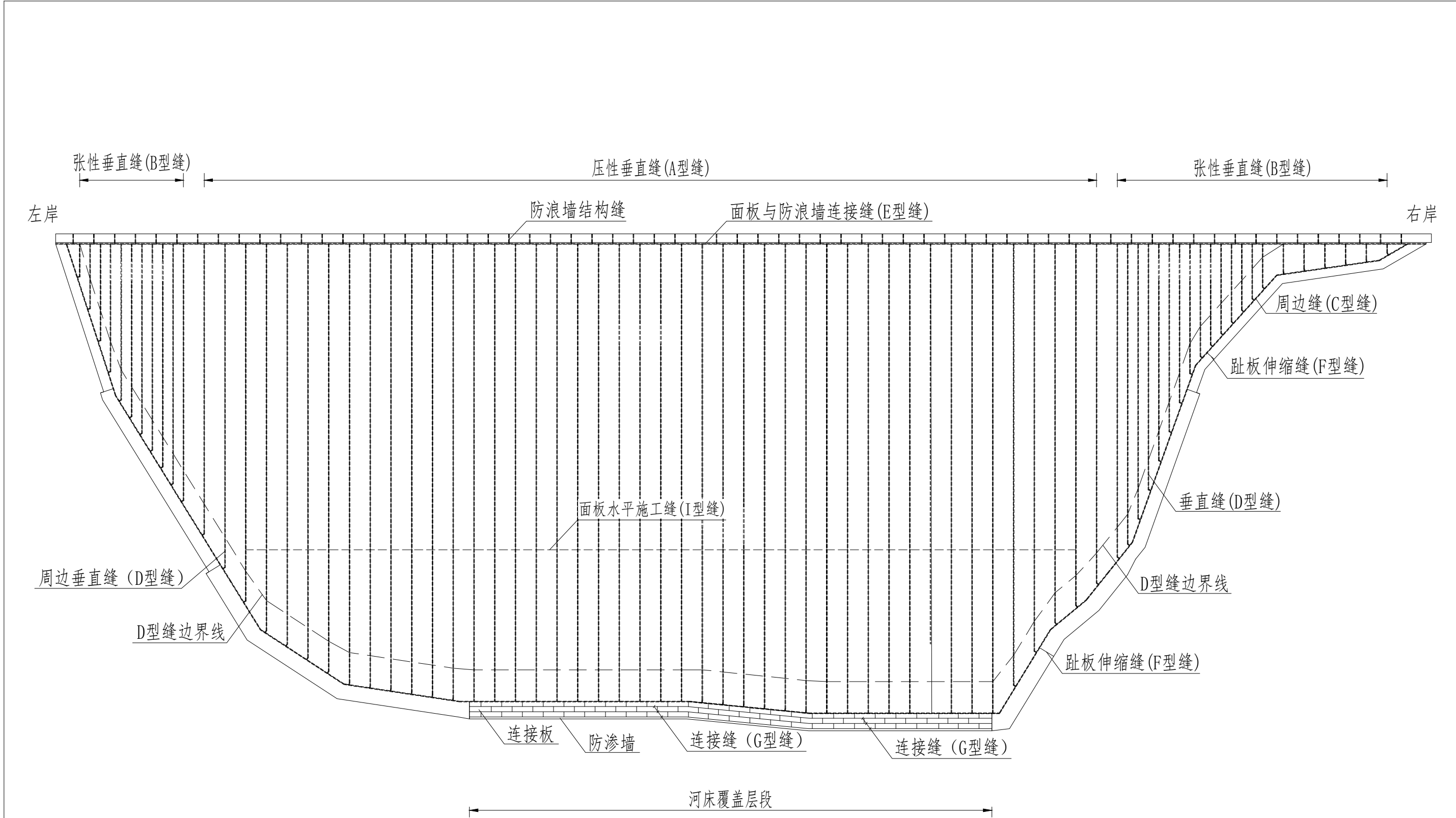


图 6.1-2 覆盖层上面板堆石坝面板底部止水铜片布置图

注：本图以阿尔塔什水利枢纽面板分缝止水布置为例，示意建基在覆盖层上面板坝常用铜止水水平布置。

6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	19

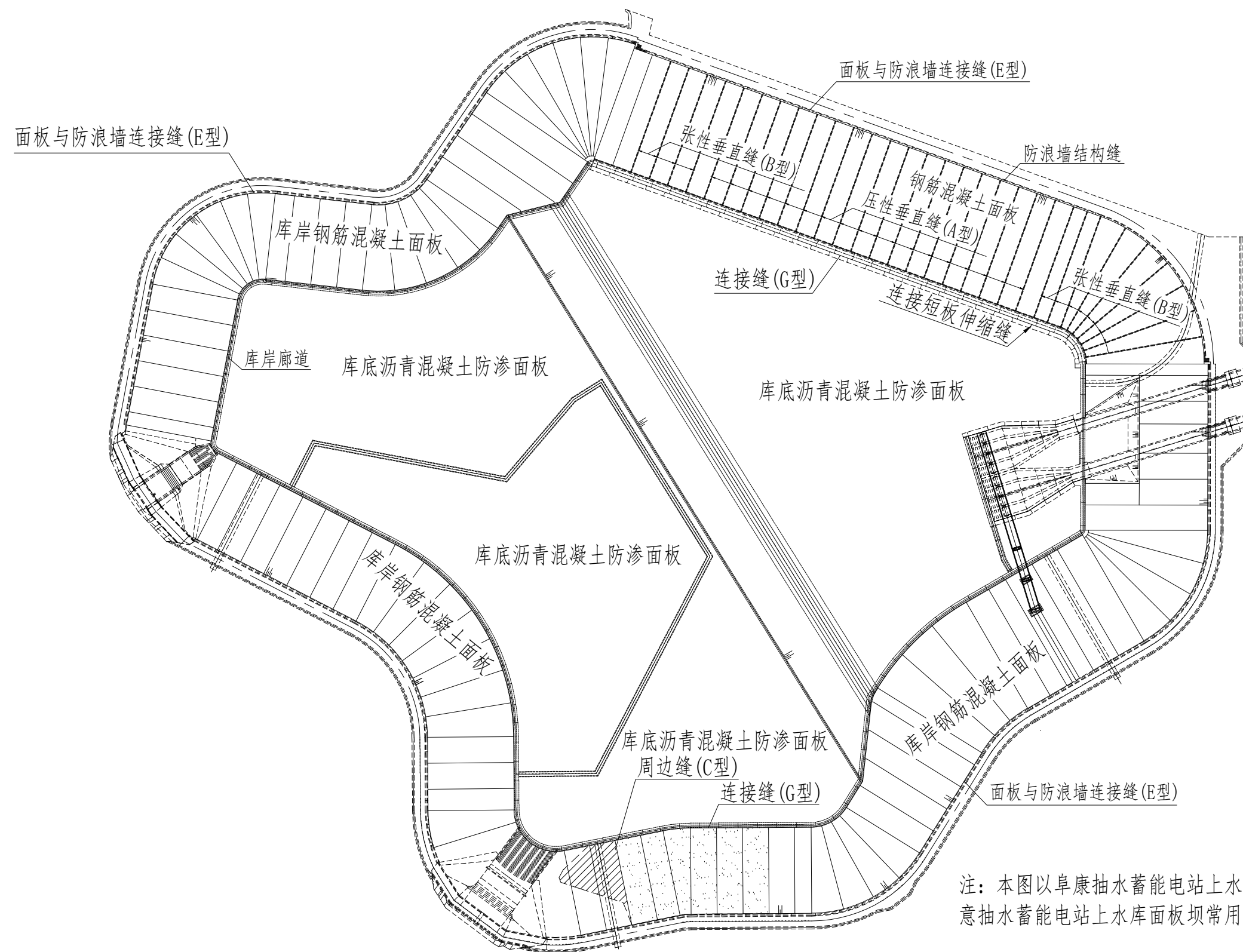


图6.1-3 抽水蓄能电站面板堆石坝面板底部止水铜片布置图

6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	20

6.2 铜止水片选型

6.2.1 面板堆石坝接缝底层铜止水片型式可结合图6.2-1和工程类比最终确定。

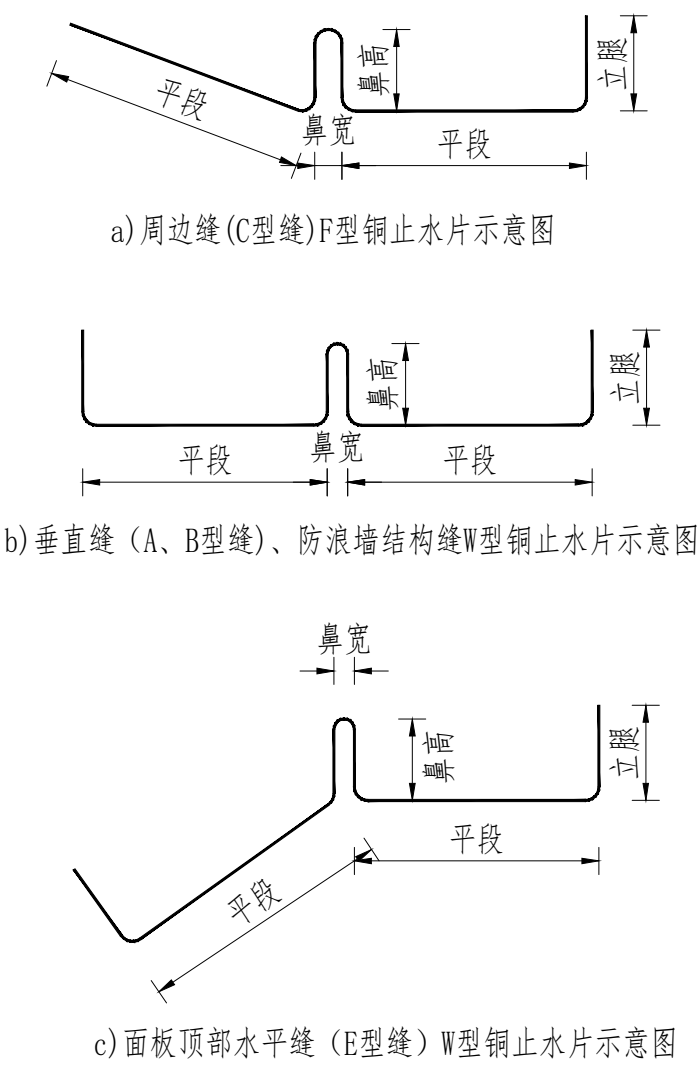


图6.2-1 典型接缝铜止水片示意图

6.2.2 铜止水带的宽度应根据铜止水形状和设计参数计算确定，包括平段、鼻子、立腿以及相应连接弧段，宽度取值宜与相关材料的产品模数一致。

6.3 构造要求

6.3.1 周边缝缝底的F型铜止水片底部应设置垫片，并应符合下列规定：

- a) 铜止水片下的垫片可采用橡胶、聚氯乙烯或土工织物垫片。垫片厚度宜为4 mm~6 mm。
- b) 垫片下部的空间应采用垫层材料充填密实、平整。
- c) 铜止水片鼻子顶部应填塞橡胶棒，采用聚氨酯泡沫板或其他塑性材料填满鼻子，并进行封闭处理。

6.3.2 周边缝F型铜止水片的细部尺寸应符合下列规定：

- a) 铜止水片埋入趾板内的宽度不应小于150 mm，方向应有利于浇筑混凝土时排气；铜止水片另一侧的平段宽度不应小于165 mm，埋入面板内的立腿高度宜为60 mm~80 mm。
- b) 铜止水片鼻子的高度应略大于缝的可能沉陷值，但不应小于50 mm；铜止水片鼻子的宽度宜结合缝的切向位移大小确定，宽度不应小于12 mm。
- c) 铜止水片的细部尺寸可结合大坝面板接缝变形计算研究成果、工程类比并参考表6.3-1最终确定，有特殊要求时应专门研究。F型铜止水片的细部设计见图6.3-1。

表6.3-1 周边缝(C型缝) F型铜片止水设计参数参考值

作用水头H (m)	F型铜止水片				
	埋入趾板宽度 L1 (mm)	鼻子高度 H1 (mm)	鼻子宽度 d1 (mm)	埋入面板宽 L (mm)	面板内立腿高 h1 (mm)
H≥200m 张开：≤80mm 沉陷：≤80mm 剪切：≤60mm	200	120~150	30	200	80
200>H≥100 张开：≤60mm 沉陷：≤60mm 剪切：≤60mm	180~200	80~100	15~30	180~200	80
H<100 张开：≤40mm 沉陷：≤40mm 剪切：≤30mm	150~180	50~80	12~15	165~180	60~80

注：表中数值为参考值，高坝取高值，低坝取低值，并宜结合大坝面板接缝变形成果和工程类比最终确定。

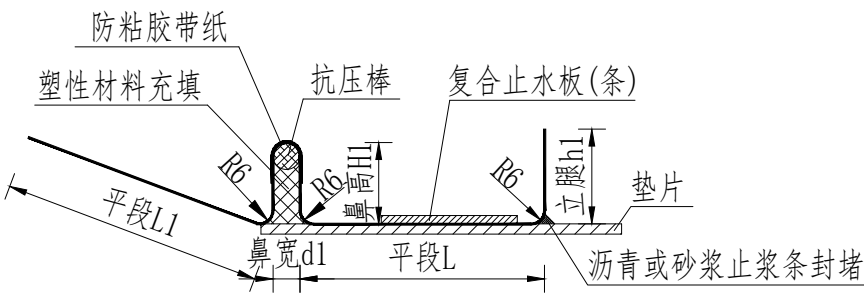


图6.3-1 周边缝(C型缝)F型止水铜片结构图

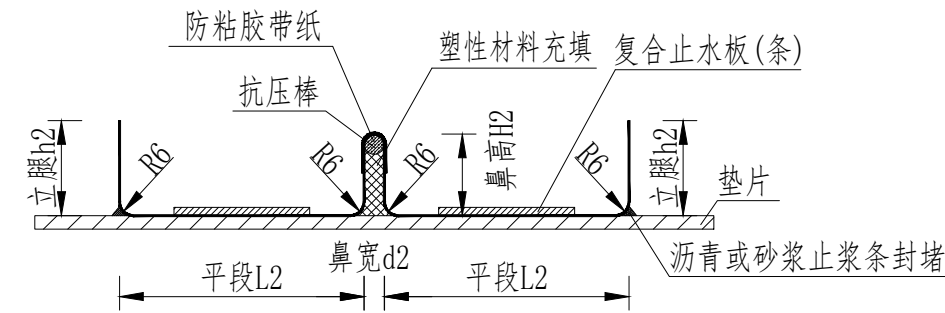
6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	21

- 6.3.3 垂直缝缝底的W型铜止水片底部应设置垫片，并应符合下列规定：
- a) W型铜止水片应放在橡胶、聚氯乙烯或土工织物垫片上。垫片厚度宜为4 mm~6 mm。
 - b) 铜止水片鼻子顶部应填塞橡胶棒，采用聚氨酯泡沫板或其他塑性材料填满，并进行封闭处理。
- 6.3.4 张性垂直缝W型铜止水片鼻高宜为40 mm~120 mm，鼻宽宜为12 mm，立腿高度宜为60 mm~80 mm，两平段宽度不宜小于160 mm；压性垂直缝鼻高可适当减小，宜为30 mm~50 mm。铜止水片的细部尺寸可结合大坝面板接缝变形计算研究成果、工程类比并参考表6.3-2最终确定，特高坝张性垂直缝W型铜止水片鼻高应专门研究。W型铜止水片的细部设计见图6.3-2。
- 6.3.5 铜止水片安装就位后，鼻子顶部应贴宽度为鼻子周长一半的防粘胶带纸。两平段端部外侧用沥青或砂浆止浆条封堵。
- 6.3.6 底层铜止水接头空间转角应与趾板和面板结构一致，可采用立体几何、解析几何或作图法等方法，对铜止水片接头空间夹角进行复核。
- 6.3.7 混凝土面板结构缝止水铜片的异型接头有“T”形、“L”形和“十”形接头三种,接头应整体冲压成型。接头三维示意图见图6.3-3。
- 6.3.8 作用水头高于140m时宜采用复合型铜止水带。

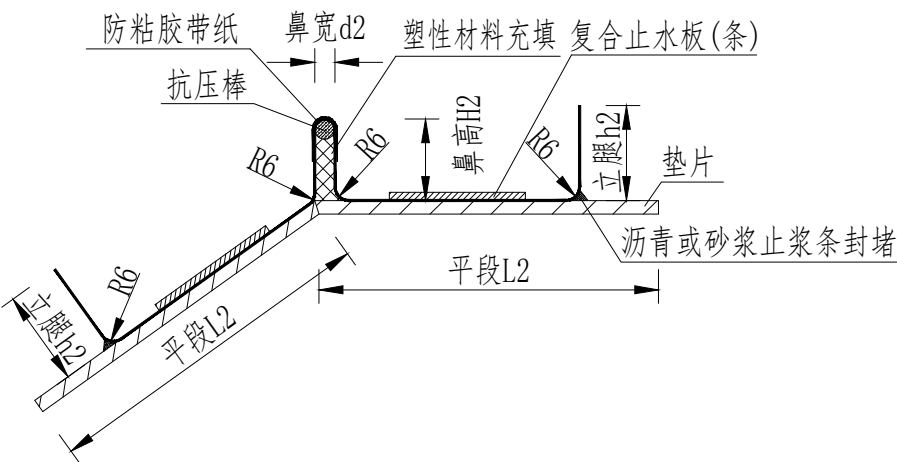
表6.3-2 垂直缝W型铜片止水设计参数参考值

作用水头H (m)	W型铜止水片			
	埋入面板宽L2 (mm)	鼻子高度H2 (mm)	鼻子宽度d2 (mm)	面板内立腿高h2 (mm)
$H \geq 200$	200~250	90~120	25~30	80~90
$200 > H \geq 100$	180~200	50~100	12~25	70~90
$H < 100$	160~180	40~80	12~15	60~80

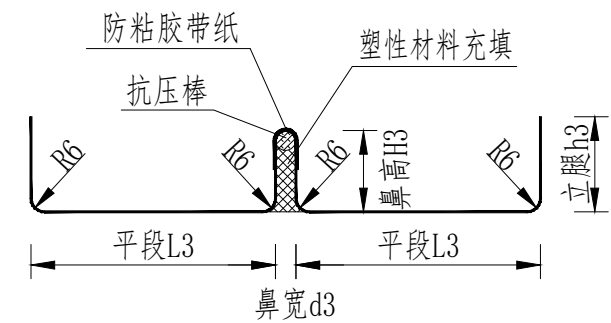
注：表中数值为参考值，高坝取高值，低坝取低值，并宜结合大坝面板接缝变形成果和工程类比最终确定。



a) 垂直缝(A、A1、B、D型缝)和水平缝(H型缝)W型止水铜片结构图



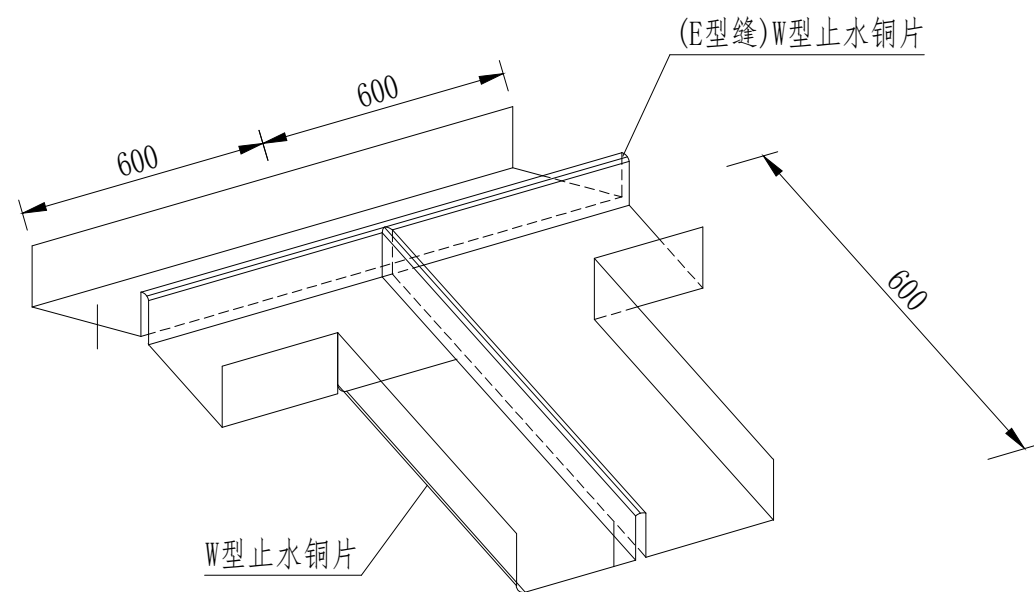
b) 面板与防浪墙连接缝(E型缝)W型止水铜片结构图



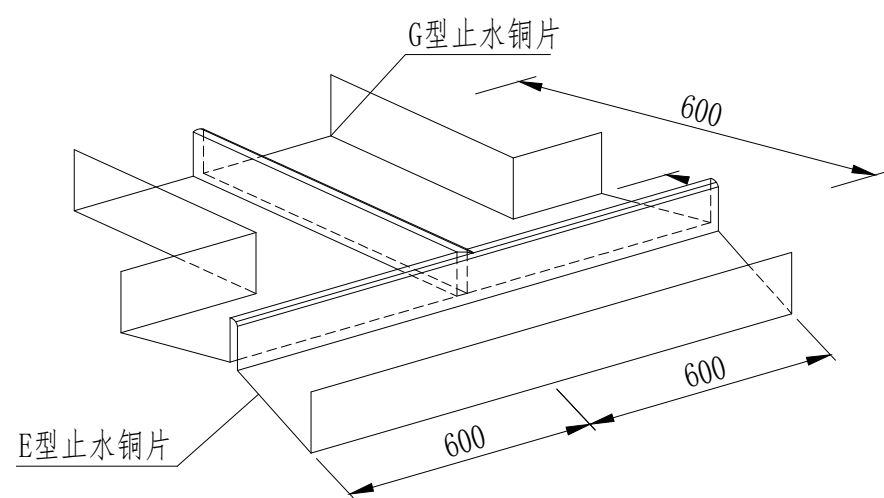
c) 适用于防浪墙结构缝、趾板结构缝(F型缝)G型止水铜片结构图

图6.3-2 W型止水铜片结构图

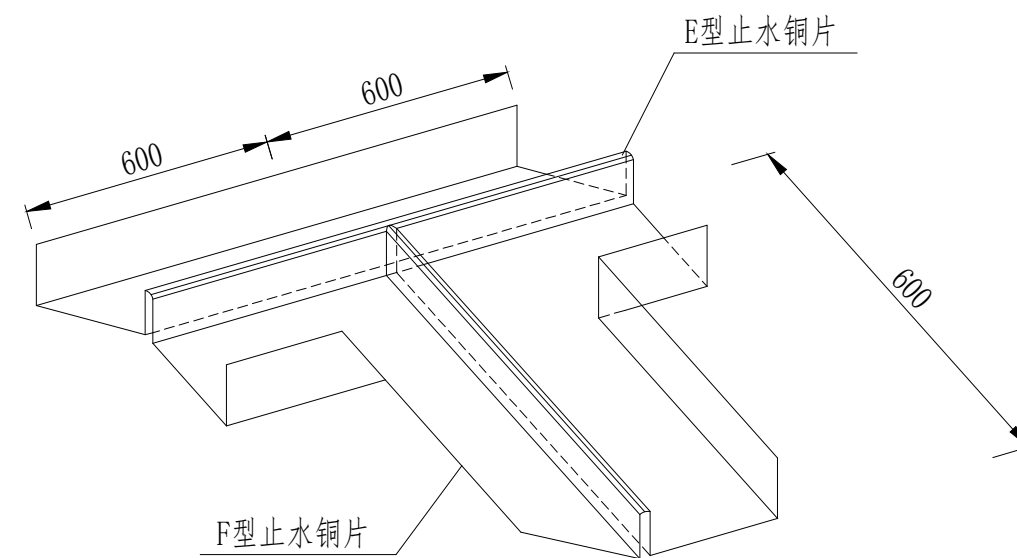
6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	22



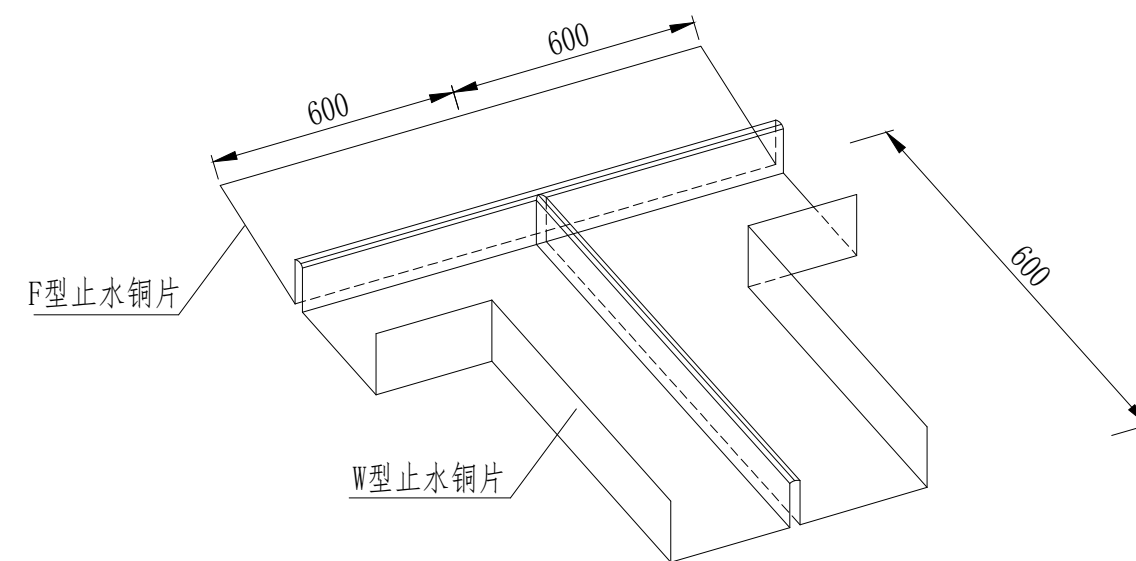
a) 面板与防浪墙连接缝(E型缝)和面板垂直缝(A、A1、B型缝)T1型接头立体示意图



b) 防浪墙伸缩缝与防浪墙底缝止水铜片的T字形接头立体示意图



c) 防浪墙底缝与周边缝T字形接头立体示意图



d) 周边缝与面板垂直缝T字形接头立体示意图

6 底部铜止水结构图

图集号

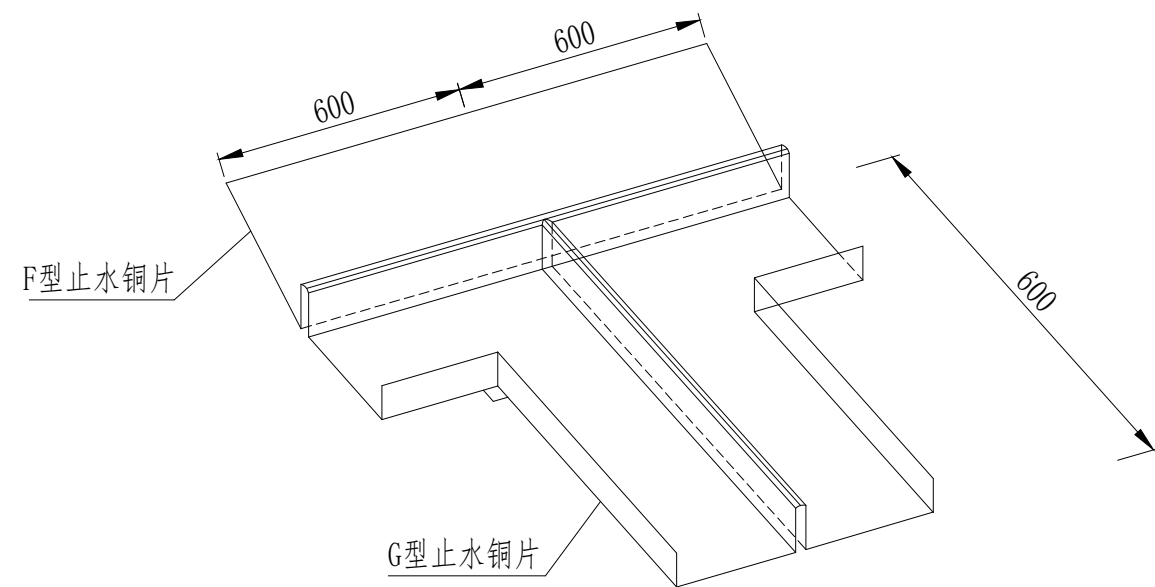
审核

校对

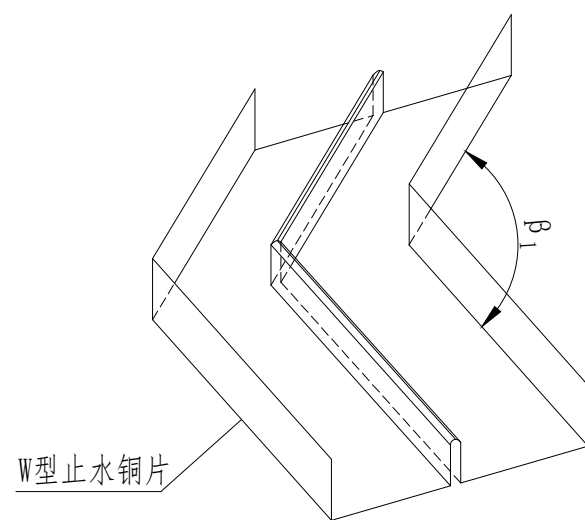
设计

页

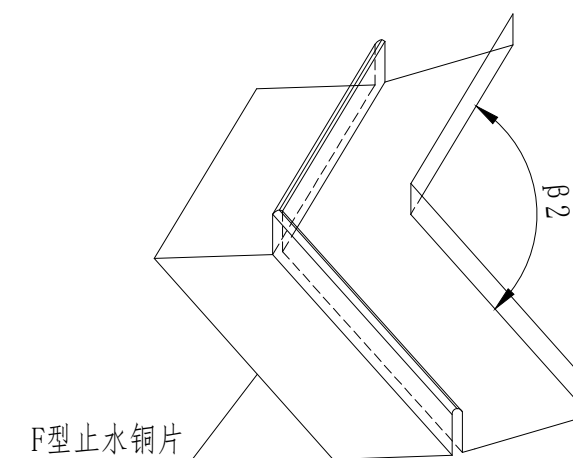
23



e) 周边缝与趾板结构缝T字形接头立体示意图



f) 垂直缝L形接头立体示意图



g) 周边缝L形接头立体示意图

图6.3-3 铜止水片异型接头三维结构示意图

6.4 材料选用

6.4.1 止水铜片应符合国家标准或行业标准，如有特殊要求时，应提出具体指标。

6.4.2 止水铜片应通过国家计量认证的检验机构检验。

6.4.3 铜止水片的厚度宜为0.8 mm~1.2 mm，中低坝宜取低值，高坝宜取高值。

6.4.4 铜止水片宜选用软态的纯铜带加工，其抗拉强度不应小于205 MPa，伸长率不应小于30%，铜片止水物理力学指标应符合表6.4-1的规定，检测方法应符合现行国家标准GB/T 2059 的有关规定。

6.4.5 当剪切位移较大时，铜止水片的断面尺寸应符合现行行业标准DL/T 5215的有关规定。

6.4.6 填塞止水铜片鼻子的橡胶棒材料性能应符合表6.4-2规定。

6.4.7 铜止水片下的聚氯乙烯、橡胶垫片，其物理性能可分别参照现行国家标准GB/T 18173.2及现行行业标准DL/T 5215的有关规定。

6.4.8 作用水头高于140m时宜采用复合型铜止水带，其复合用材料以及复合性能应符合表6.4-3规定。

6 底部铜止水结构图

图集号

审核

校对

设计

页

24

表6.4-1 铜片止水物理力学指标

项 目	单 位	指 标
型号		T2/T3
热处理		退火O60
抗拉强度	(MPa)	≥205
延伸率	(%)	≥30
冷弯		冷弯180° 不出现裂缝 在0°~ 60°范围内连续张闭50次不出现裂缝.
比重	g/cm ³	8.89
熔点	° C	1084.5
含铜量	%	99.7
厚度	mm	0.8~1.2
表观质量		表面平整、无油污、无锈蚀、无浮皮及砂眼等缺陷

表6.4-2 橡胶棒物理力学性能

序号	项目		单位	指标
1	硬度(邵尔A)		度	60±5
2	拉伸强度		MPa	≥10
3	拉断伸长率		%	≥380
4	压缩永久变形	70℃×24h, 25%	%	≤35
		23℃×168h, 25%	%	≤20
5	撕裂强度		kN/m	≥30
6	脆性温度		℃	≤-45
7	热空气老化 70℃×168h	硬度变化(邵尔A)	度	≤+8
		拉伸强度	MPa	≥9
		拉断伸长率	%	≥300
8	臭氧老化50×10 ⁻⁸ : 20%, (40±2)℃×48h		——	无裂纹

表6.4-3 复合止水板（条）性能指标

序号	项目			单位	技术指标
1	浸泡质量损失率 常温×3600h		水	%	≤2
			饱和Ca(OH) ₂ 溶液	%	≤2
			10%NaCl溶液	%	≤2
2	拉伸粘结性能	常温、干燥	断裂伸长率	%	≥300
			粘结性能	-	不破坏
		常温、浸泡	断裂伸长率	%	≥300
			粘结性能	-	不破坏
		低温、干燥	断裂伸长率	%	≥200
			粘结性能	-	不破坏
		300次冻融循环	断裂伸长率	%	≥300
			粘结性能	-	不破坏
3	流淌值（下垂度）			mm	≤2
4	施工度（针入度）			1/10mm	≥70
5	密度			g/cm ³	≥1.15
6	复合剥离强度（常温）			N/cm	>10

注：常温指（23±2）℃；低温指（-20±2）℃

6.5 施工技术要求

6.5.1 混凝土面板接缝止水材料及其施工方法应满足DL/T5115要求。

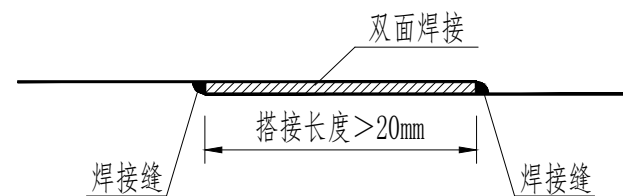
6.5.2 止水铜片施工工艺应符合有关规范及生产厂家技术要求。

6.5.3 混凝土面板结构缝止水铜片的异型接头应整体成型后的接头不应有机械加工引起的裂纹或孔洞等缺陷,并应进行退火处理。

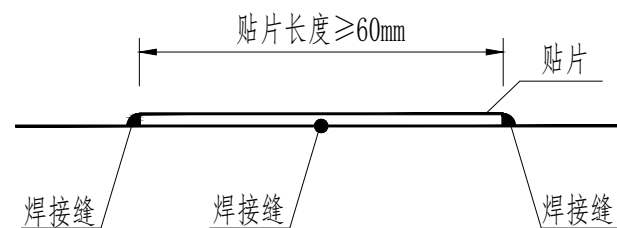
6.5.4 施工时应尽量减少止水铜片的接头,止水铜片要求采用卷材，在工作面附近按设计形状、尺寸,采用专门成型机整体挤压成型。

6.5.5 止水铜片的连接采用对缝焊接或搭接焊接，对缝焊接应采用单面双层焊接，必要时可在对缝焊接后,利用相同止水带形状和宽度不小于60mm贴片，对称焊接在接缝两侧的止水带上。搭接焊宜采用双面焊接，搭接长度应大于20mm。焊接宜采用黄铜焊条气焊。焊接时应对垫片左防火、防溶蚀保护。已安装就位和待安装就位的铜止水片宜采用对接焊接；均未安装就位的铜止水片宜采用搭接焊接。铜止水片连接示意图见图6.5-1，铜止水连接大样图见图6.5-2~6.5-8。

6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	25



a) 铜止水片搭接焊接示意图



b) 铜止水片对接焊接示意图

图6.5-1 铜止水片连接示意图

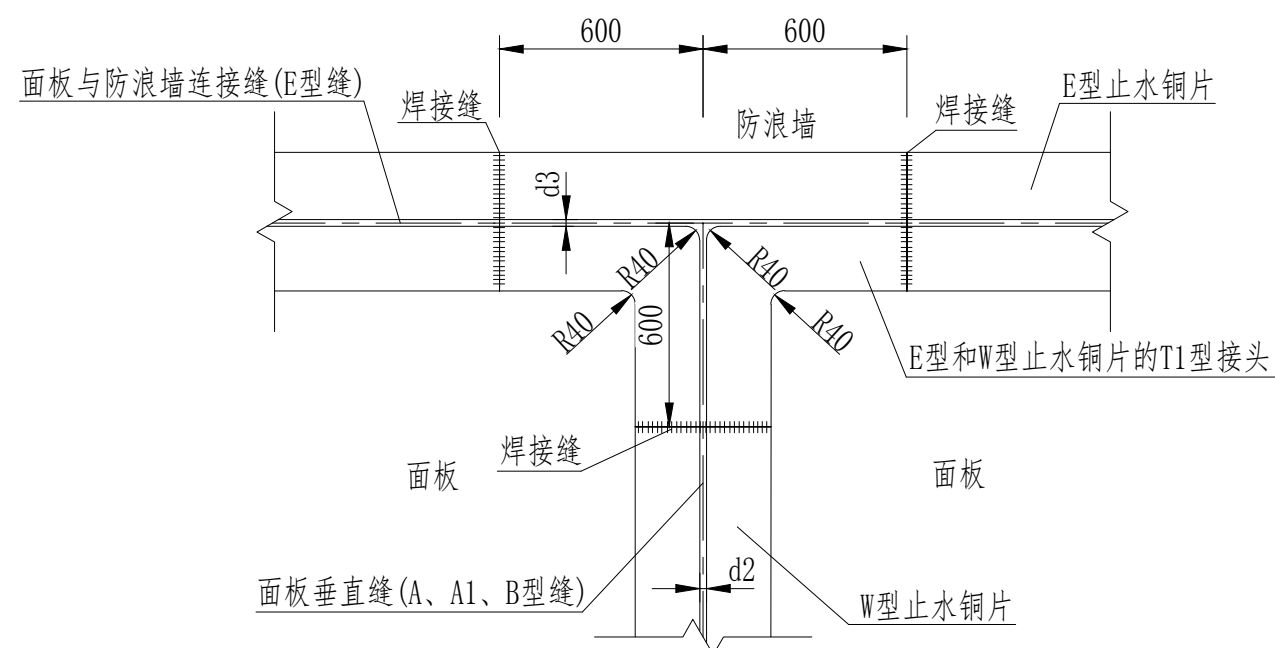


图6.5-2 面板与防浪墙连接缝(E型缝)和面板垂直缝(A、A1、B型缝)T1型接头连接大样

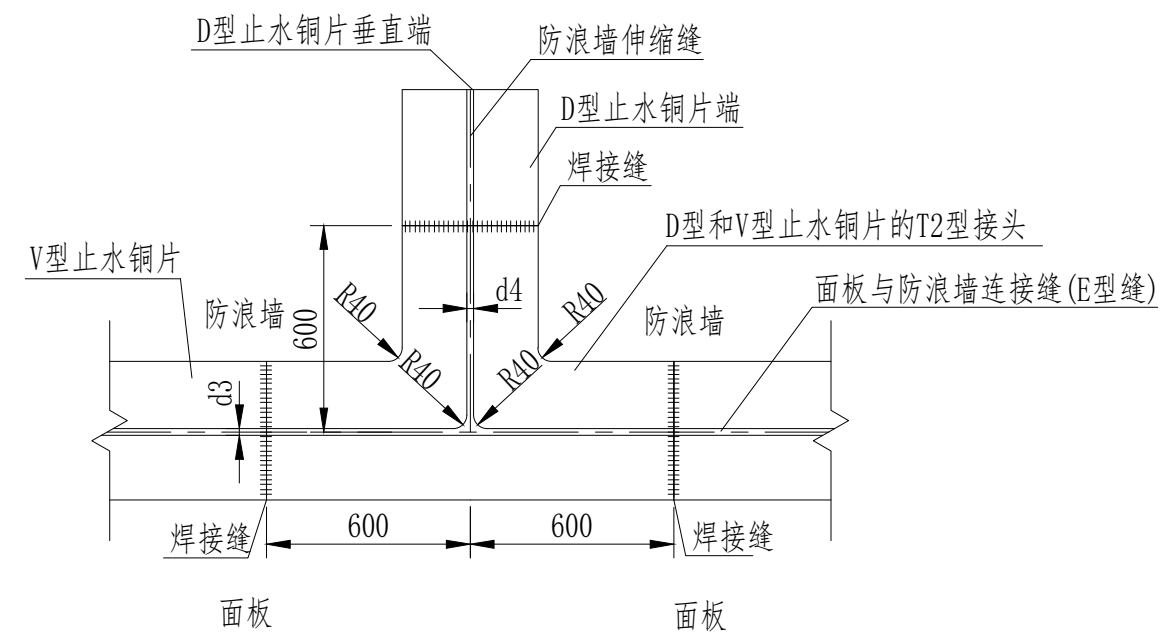


图6.5-3 防浪墙伸缩缝和面板与防浪墙连接缝(E型缝)T2型接头连接大样图

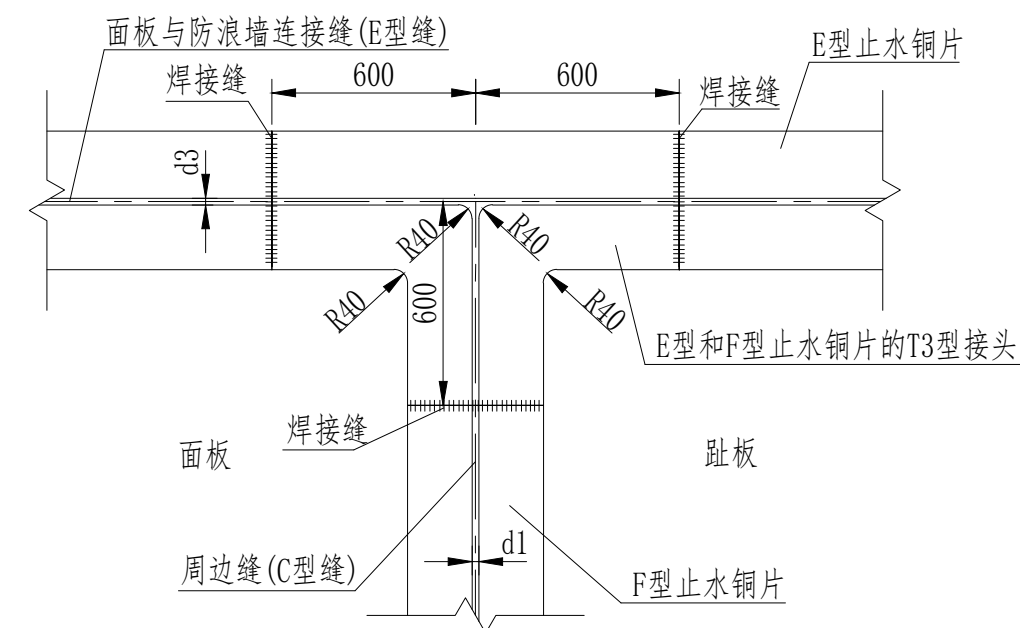


图6.5-4 面板与防浪墙连接缝(E型缝)和周边缝(C型缝)T3型接头连接大样图

6 底部铜止水结构图

图集号

审核

校对

设计

页

26

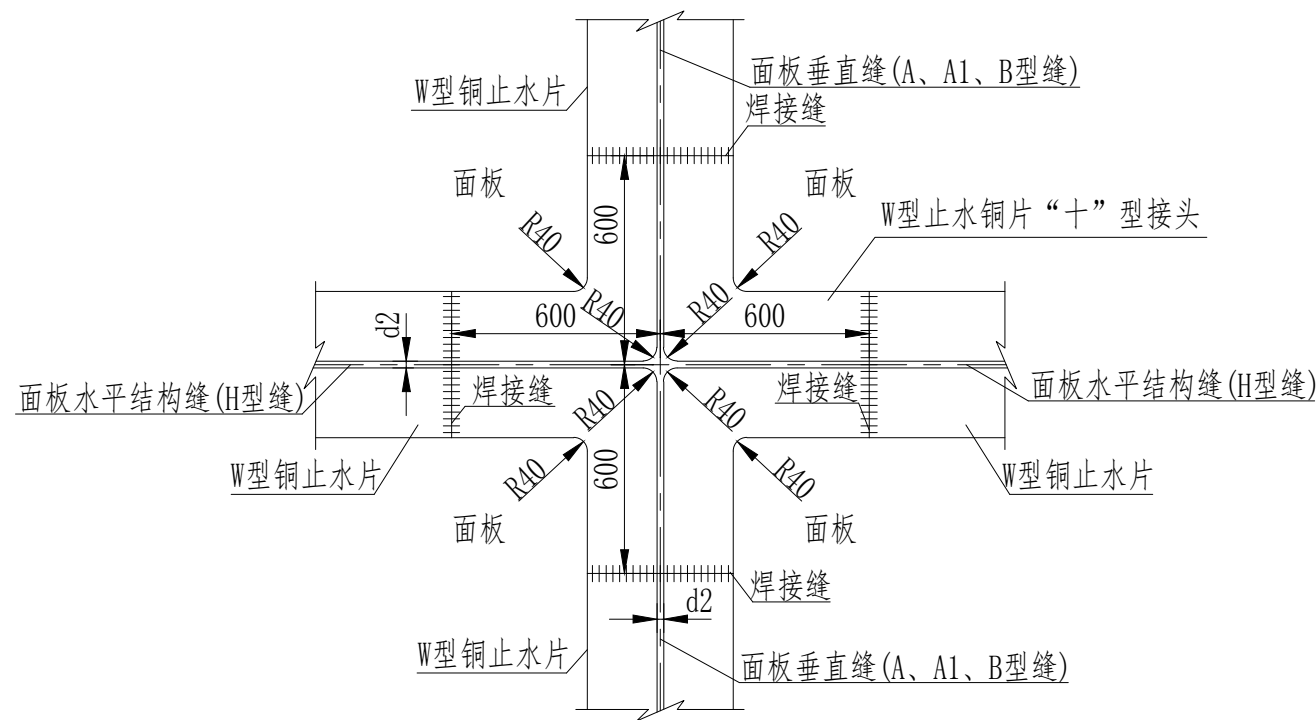


图6.5-5 面板水平结构缝(H型缝)与面板垂直缝(A、A1、B型缝)“十”型接头大样图

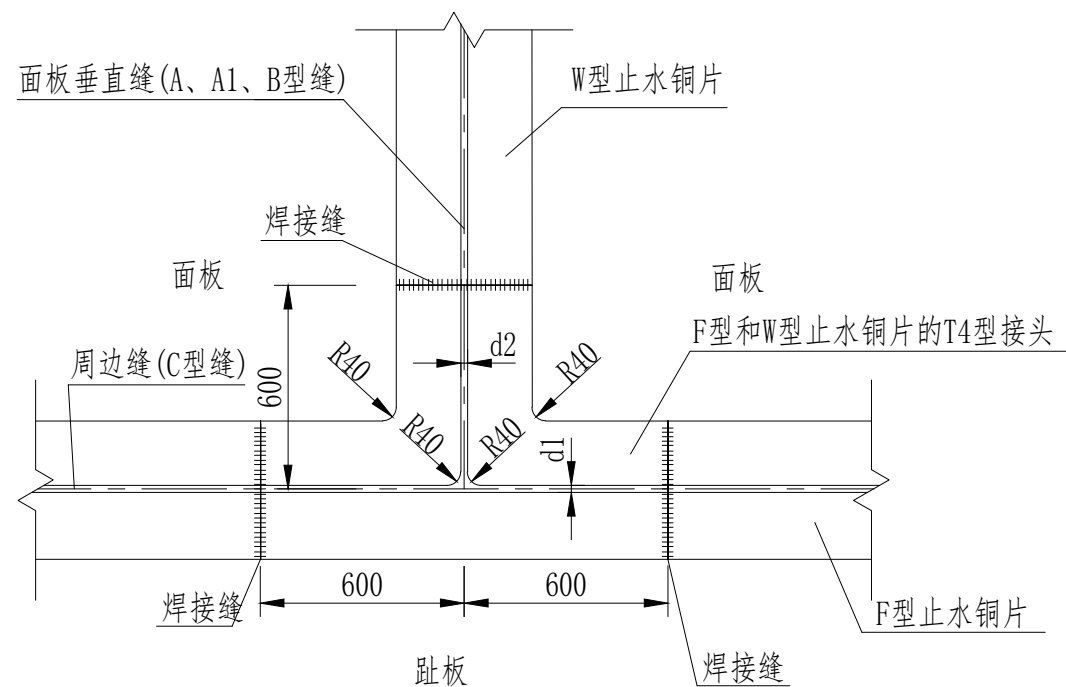


图6.5-6 周边缝(C型缝)与面板垂直缝(A、A1、B型缝)T4型接头连接大样图

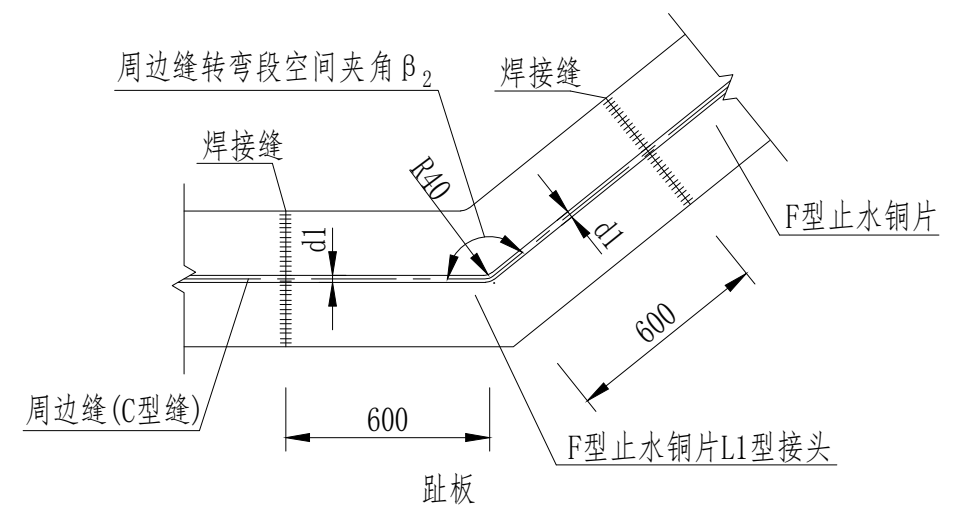


图6.5-7 周边缝(C型缝)转弯段L1型接头大样图

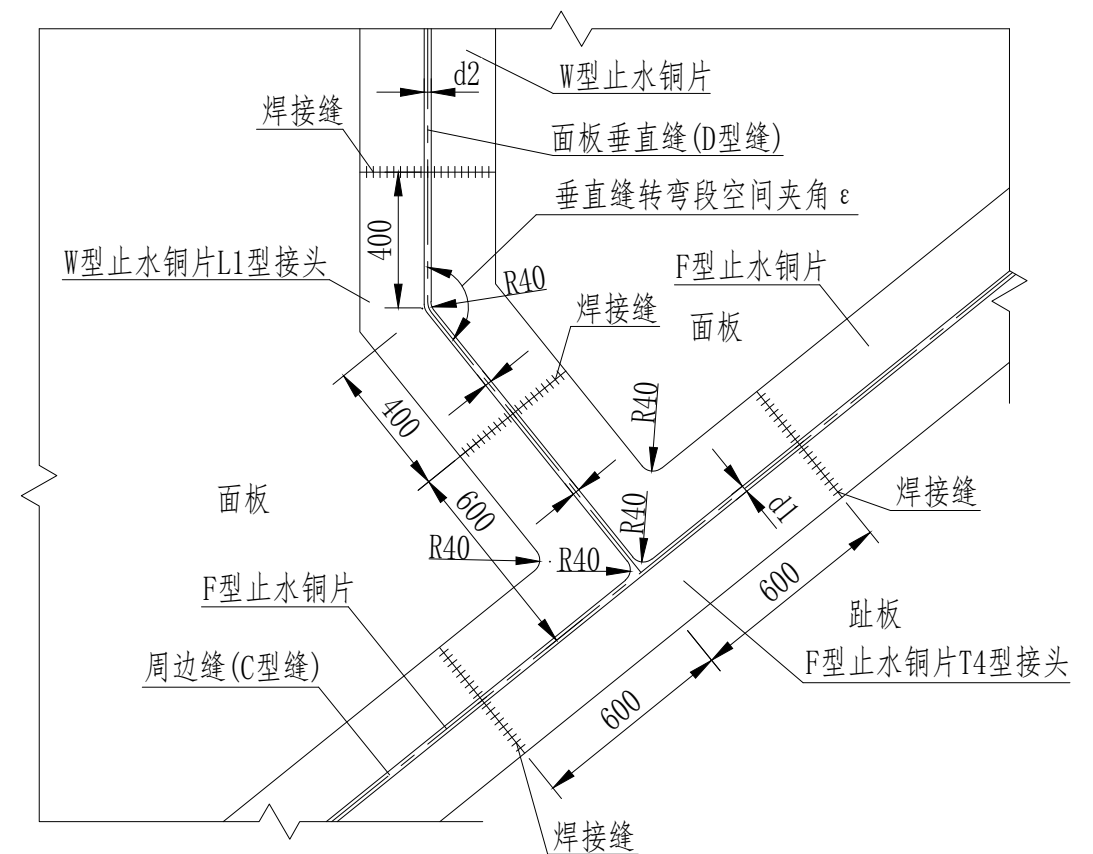


图6.5-8 面板垂直缝(D型缝)转弯段L1型接头大样图

6 底部铜止水结构图

图集号

审核

校对

设计

页

27

6.5.6 铜传热快,高温易氧化和流动,焊接较难。为确定满足焊接质量要求的焊接工艺和焊料,提高焊接质量,应进行焊接试验。焊接应保证质量,焊接接头表面应平整光滑、无孔洞、裂隙、漏焊、不渗水,并抽样检查接头的焊接质量,可采用煤油或其他液体做渗透试验检验。

6.5.7 成型后的铜止水片,在搬运和安装时,应避免扭曲变形和其他损坏。安装前将其表面清理干净并检查和校正加工的缺陷。

6.5.8 铜止水片下的沥青砂浆或水泥砂浆垫层表面,用2m长的直尺检查平整度,允许偏差不大于5 mm。

6.5.9 聚氯乙烯或橡胶垫片应平铺或粘贴在沥青砂浆或水泥砂浆垫层上,不得褶皱和脱空,其中线应与缝中线对准,允许偏差为±10 mm。

6.5.10 采用复合型铜止水带时,复合止水板(条)的各项性能指标需满足规范要求,施工时应按照以下工艺要求粘贴:

a) 清除铜片表面及焊缝表面的焊渣、浮皮、锈污,将铜片表面待粘贴部位擦拭干净;

b) 将复合止水板(条)粘贴前需将其卷成卷,一侧的防粘纸须保留,成卷时起隔离作用。复合后起保护作用,待立模安装铜止水或浇筑混凝土前再除去。

c) 用喷灯将铜片表面待粘贴部位加热10~30秒左右(时间需随现场温度的高低进行调整),使铜片表面温度达到110℃左右(可用红外线测温仪测量铜片表面的温度)。随后,一边加热将与铜片粘贴的复合止水板(条)的表面,一边将复合止水板(条)压紧在温度约为100℃的铜片上。复合后一定要将复合止水板(条)压实一遍,特别要注意将复合止水板(条)的边缘充分压实。

d) 粘贴完复合止水板(条)的铜片需静置保护4小时,以利保证粘贴质量,同时,铜片上复合止水板(条)表面的防粘纸必须保留,待立模安装铜止水前方可除去;如施工条件允许,防粘纸最好在筑混凝土入仓前再除去。

e) 复合止水板(条)应紧密粘贴在铜片上,无脱空、松动现象,经监理工程师验收合格后,方可浇筑混凝土。混凝土不能直接倾倒在复合止水板(条)上,应依靠混凝土在振捣器振捣下的流动对复合止水板(条)进行覆盖,或人工预先在复合止水板(条)表面铺上一层混凝土后再进行浇筑。

6.5.11 止水带要确保鼻子中线对准缝中线,安装完毕后,应经验收合格,才允许下一道工序施工。

6.5.12 止水带附近混凝土浇筑时,应指定有经验的施工人员进行铺料、振捣,并有止水带埋设人员监护。在铺料时对止水带两侧各50cm范围内应辅以人工剔除大于20cm的骨料,振捣时严禁将振捣棒触及止水带。

6.5.13 铜止水片安装后,应采用模板夹紧等措施固定牢靠,使位置符合设计要求,其误差不超过允许偏差,安装就位后,安装就位后,铜止水片鼻子外缘宜采取防粘措施。

6.5.14 止水带保护应按设计要求施工,止水带保护罩有金属抽屉式和木盒式,木盒式保护罩大样见图6.5-9。由于周边缝止水保护罩会影响碾压,应尽量减少保护罩的尺寸。保护罩应在趾板混凝土浇筑达到至少10d龄期强度时施工。

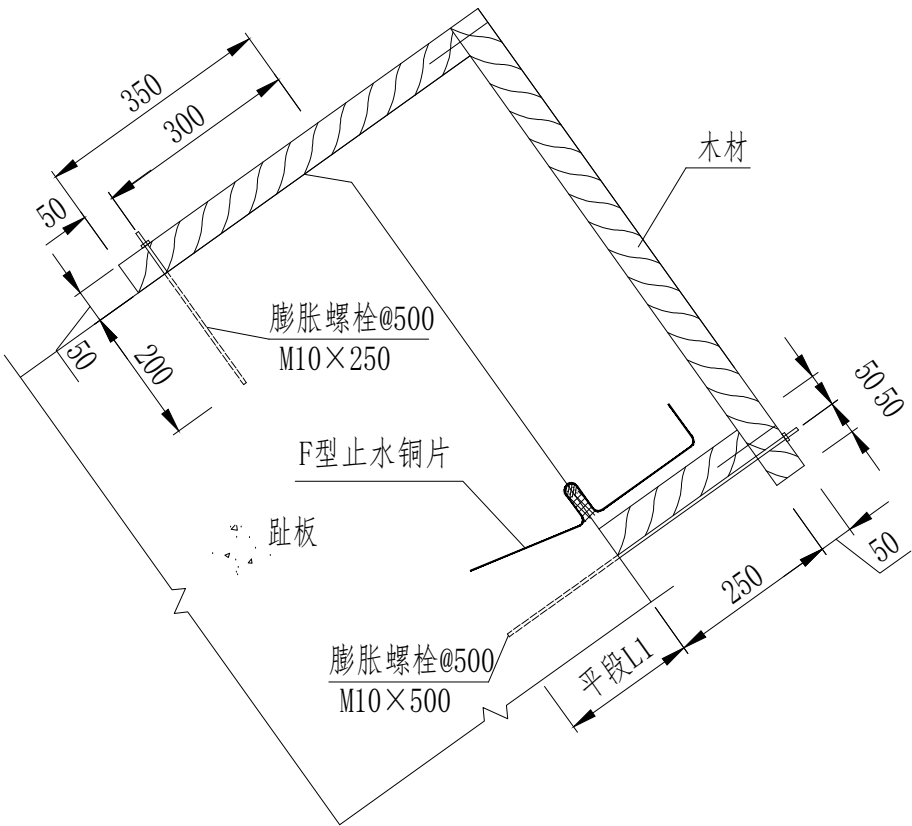


图6.5-9周边缝止水保护罩大样图

6.5.15 止水铜片鼻子用氯丁橡胶棒和聚氨脂泡沫塑料填塞,并用胶带纸封闭,止水片的立腿应彻底清擦干净,两平段端部也应采取临时保护措施,用沥青或砂浆止浆条封堵,防止水泥浆流入。

6.5.16 混凝土面板坝周边缝、垂直缝、防浪墙底缝、防浪墙结构缝等型式的止水紫铜片厚度均为0.8mm~1.2mm,整体冲压异形接头止水紫铜片厚度均为1.2mm。

6.5.17 趾板缝结构缝铜止水片应埋入基岩止水嵌固坑。

6 底部铜止水结构图						图集号	
审核		校对		设计		页	28

6.5.18 在铜止水片周边的混凝土浇筑时，应采取专门措施，确保铜止水片立腿始终处于直立状态，防止止水片变形、变位，保证该区域混凝土密实。

6.6 质量检查与验收

6.6.1 止水片或止水带加工成型、接头焊接后，应进行外观检查，确认符合质量要求后再进行安装。对有加工缺陷或焊接质量不符合要求的部位应标识并及时处理，并记录备查。

6.6.2 在铜止水片附近的混凝土浇筑前，应对铜止水片进行验收。铜止水片制作及安装的检查项目、质量标准及检验方法应符合表 6.6-1的规定。

表6.6-1铜止水片制作及安装的检查项目、质量标准及检验方法

检查项目			质量标准	检验方法
1	铜止水片连（焊）接		铜止水片连（焊）接表面光滑、无孔洞、无裂缝；对缝焊应为单面双层焊接；搭接焊应为双面焊接，搭接长度应大于 20mm。拼接处的抗拉强度不小于母材强度；支撑棒填充符合设计要求	观察、量测、工艺试验
2	铜止水片外观		表面浮皮、锈污、油漆、油渍等清除干净，无砂眼、钉孔、裂纹等，止水片（带）无变形、变位	观察
3	铜止水片埋入深度		符合设计要求	检查、量测
4	PVC（或橡胶）垫片		平铺或黏贴在砂浆垫（或沥青垫）上，中心线应与缝中心线重合；允许偏差±5mm	观察、量测
5	制作成型及安装	宽度	铜止水允许偏差±5mm；	量测
		鼻子或立腿高度	铜止水允许偏差±2mm	
		两侧平段倾斜	铜止水允许偏差±5mm；	

7 顶部塑性填料止水图

7.1 基本要求

7.1.1 顶部塑性填料止水及细部结构设计应包括构造要求、材料选用、施工技术要求、质量检查与验收等内容。

7.1.2 混凝土面板堆石坝的周边缝（C型缝）、压性垂直缝（A型缝）、张性垂直缝（B型缝）、面板与防浪墙连接缝（E型缝）等顶部塑性填料止水结构应形成连续密封的止水系统。顶部塑性填料的止水平面布置图见图7.1-1~7.1-3。

7.1.3 顶部塑性填料止水结构应主要包括塑性填料、波形止水带、支撑棒等。

7.1.4 顶部塑性填料应对表面防渗保护盖片起到支撑作用并与混凝土面可靠粘结，在水压力作用下，接缝位移后，依靠自身流动能力，由嵌缝位置流入接缝中密封位移空间，发挥填缝止水作用，宜根据工程特点及环境作用选择适宜的材料类型。

7.1.5 周边缝（C型缝）及周边垂直缝（D型缝）止水结构应符合以下规定：

- a) 低坝顶部可不设塑性填料。
- b) 中坝应在缝顶部设塑性填料。
- c) 高坝缝顶部应设置塑性填料，死水位以下可增设波形止水带。
- d) 特高坝缝顶部应同时设置塑性填料和波形止水带。

7.1.6 垂直缝（A、B型缝）结构应符合以下规定：

- a) 低坝顶部可不设塑性填料。
- b) 中坝张性缝（B型缝）应在缝顶部设塑性填料，压性垂直缝（A型缝）宜在缝顶部设塑性填料。
- c) 高坝、特高坝应在缝顶部设塑性填料。

7.1.7 防浪墙底部水平缝（E型缝）顶部塑性填料可参照周边缝进行设计；面板水平缝（H型缝）可参照压性垂直缝（A型缝）设计。

7.1.8 顶部塑性填料止水结构应在缝口设置用于支撑上部塑性填料的支撑棒。

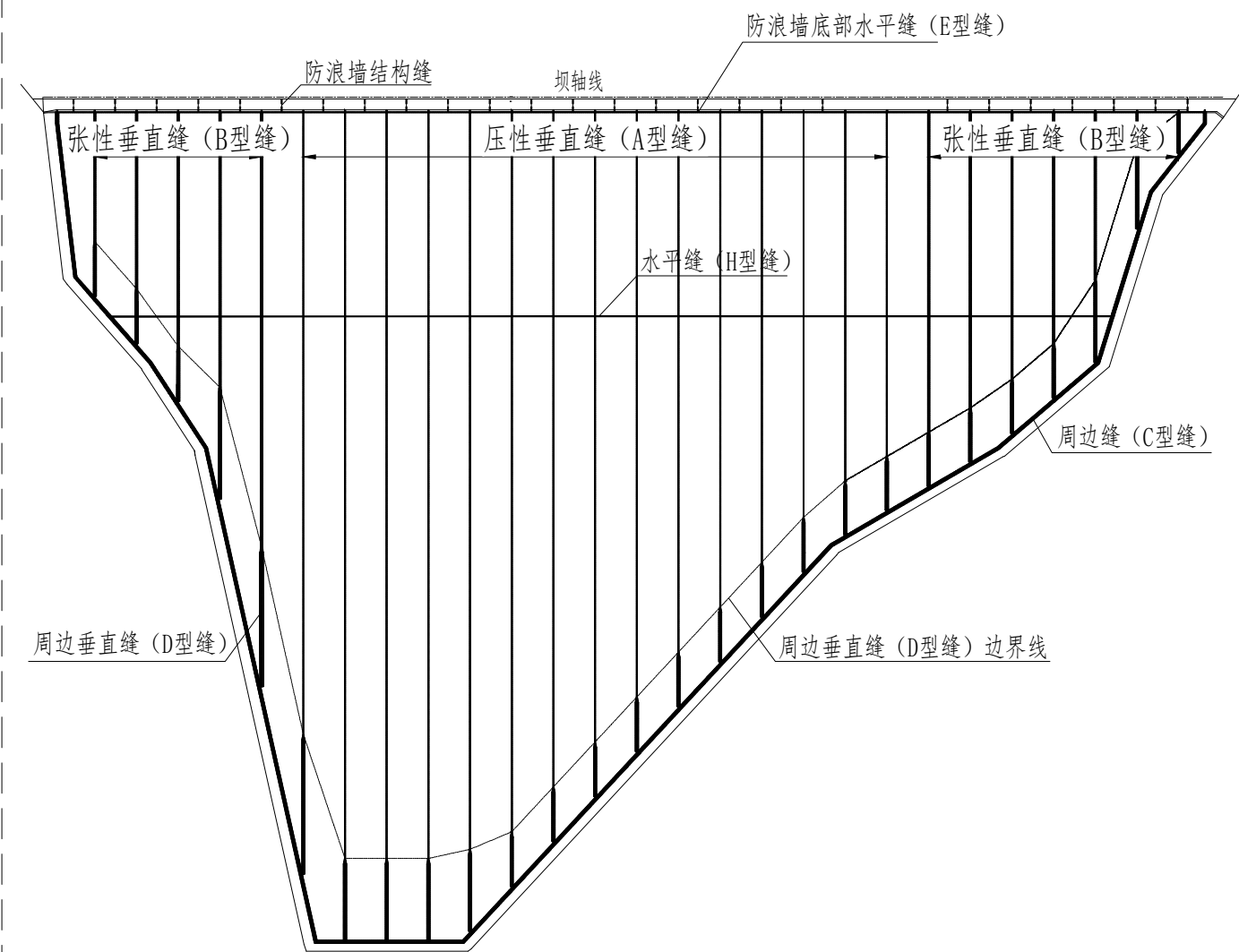


图7.1-1 建基在基岩上的面板堆石坝面板顶部塑性填料止水平面布置图

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	30

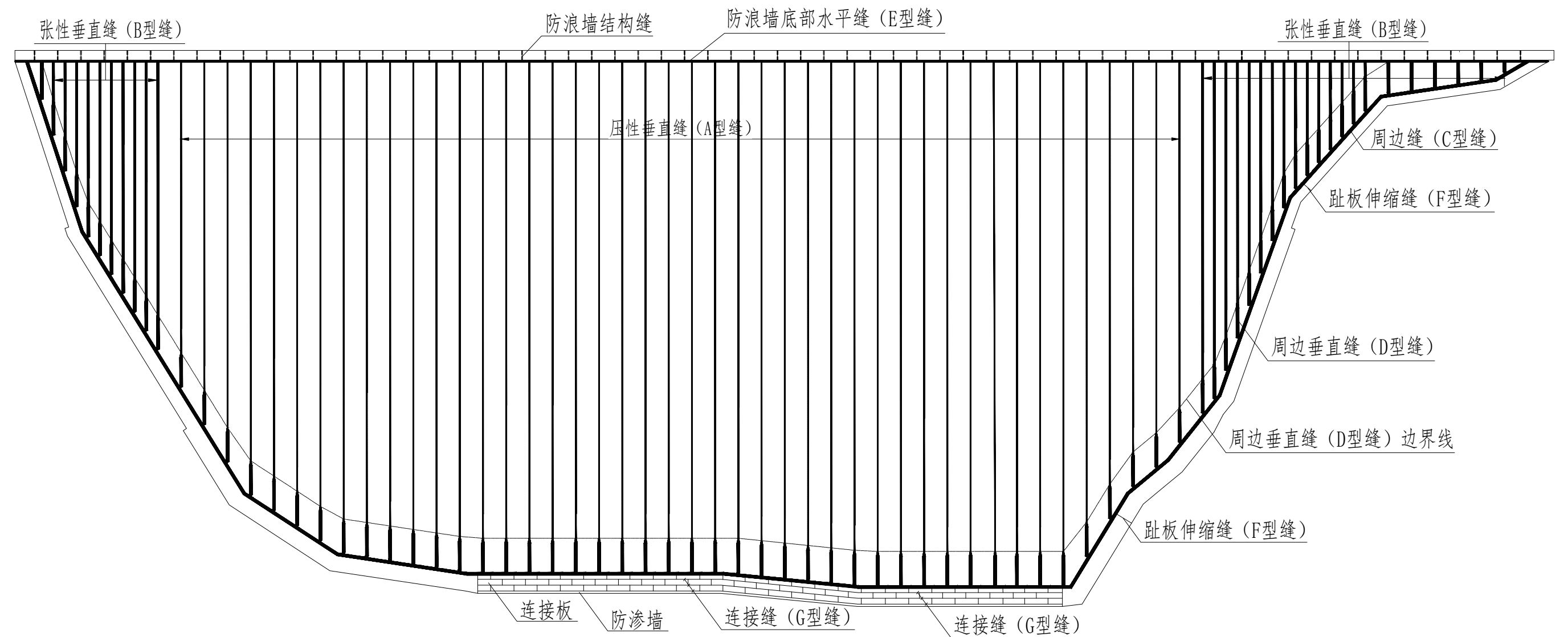


图 7.1-2 覆盖层上面板堆石坝面板顶部塑性填料止水平面布置图

7 顶部塑性填料止水图

图集号

审核

校对

设计

页

31

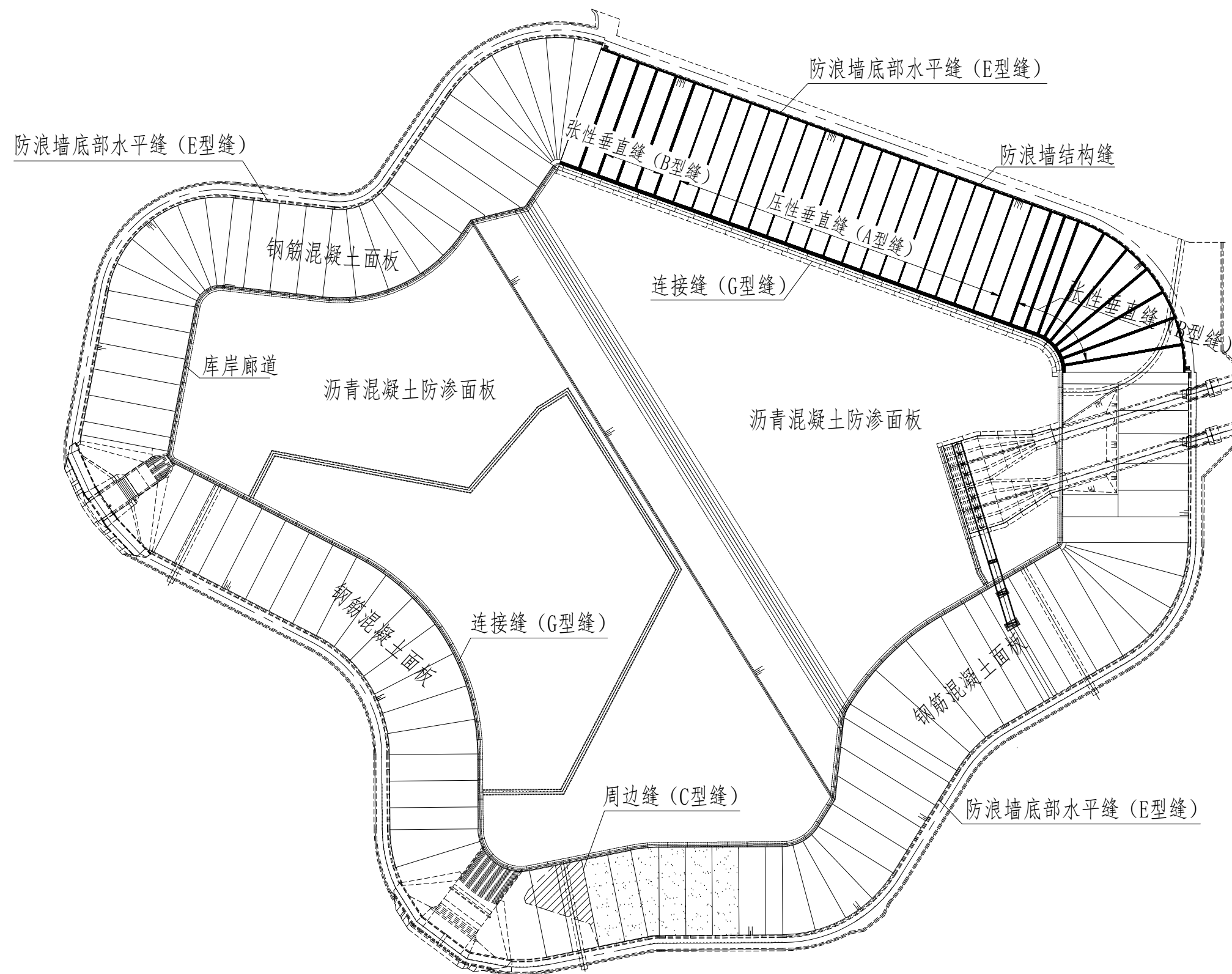


图7.1-3 抽水蓄能电站全库盆防渗面板堆石坝面板顶部塑性填料止水平面布置图

7 顶部塑性填料止水图

图集号

审核

校对

设计

页

32

7.2 构造要求

7.2.1 塑性填料断面设计应符合下列规定：

a) 塑性填料的断面面积应根据接缝位移计算分析成果及类似工程接缝位移监测资料，按不小于接缝设计张开充填塑性填料断面面积的1.5倍，结合工程经验并参考表7.2-1分析确定，特殊条件下应专门研究。

表7.2-1 不同坝高典型接缝下的塑性填料断面面积参考值 （单位：cm²）

塑性填料面积	低、中坝	高坝	特高坝
压性垂直缝（A型缝）	60~80	80~200	200~800
张性垂直缝（B型缝）	100~150	150~800	400~1000
周边缝（C型缝）	150~250	250~1000	1000~1500

注：表中的塑性填料面积包含支撑棒或波形止水带加支撑棒的面积。

b) 面板以上的塑性填料断面形状可为半圆形或劣弧形，断面设计示意图见图7.2-1。塑性填料凸起高度应按坝高、接缝类型及环境条件，结合工程经验并参考表7.2-2分析确定。

表7.2-2 不同坝高典型接缝下的凸起高度参考值 （单位：cm）

塑性填料上部凸起高度	低、中坝	高坝	特高坝
压性垂直缝（A型）	2~4	4~10	10~20
张性垂直缝（B型）	3~5	5~20	20~30
周边缝（C型）	5~8	8~25	25~35

c) 面板以上的塑性填料断面宜参照图7.2-1进行设计，尺寸可按式（7.2-1）和（7.2-2）计算并分析确定。

d) 防浪墙底部水平缝（E型缝）、面板水平缝（H型缝）塑性填料面积和凸起高度可参照执行。

e) 塑性填料与混凝土的接触面应有的宽度，单侧不应小于5 cm，并保证在作用水头和接缝变形条件下可靠黏结。

f) 面板顶部V型槽的设置应保证面板的有效厚度并满足支撑棒设置需求。压性垂直缝（A型缝）的深度宜为5~8 cm，张性垂直缝（B型缝）深度宜为5~10 cm，周边缝（C型缝）深度宜为8~15 cm，高坝宜取高值，低坝宜取低值，宜按1:1坡度对称设置。

$$S=\frac{\pi R^2}{2}$$

(7.2-1)

$$S=R^2\arccos\left(1-\frac{h}{R}\right)-\left(R-h\right)\sqrt{2Rh-h^2}$$

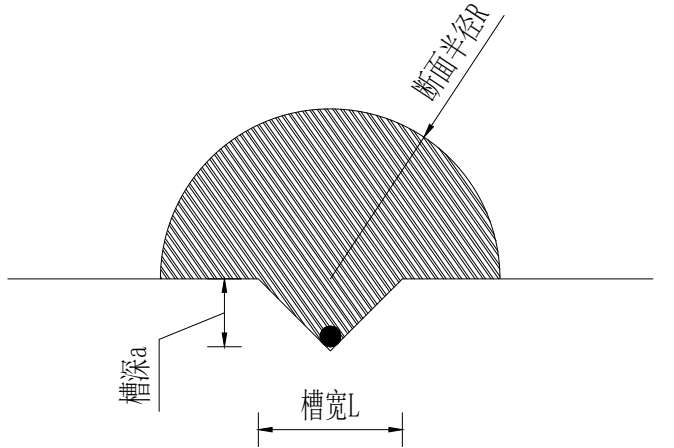
(7.2-2)

式中：

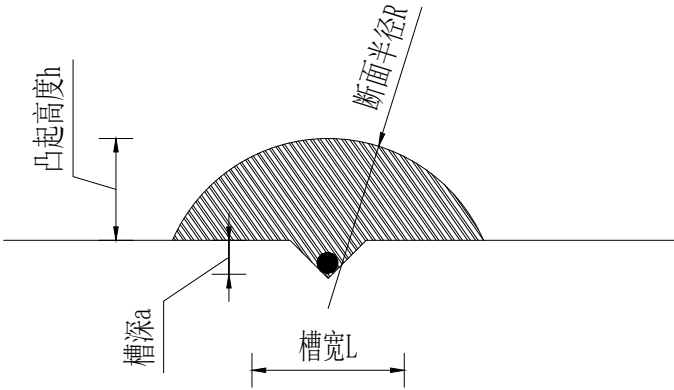
S — 塑性填料面积，cm²；

R — 塑性填料断面半径，cm；

h — 塑性填料上部凸起高度，cm。



a) 半圆形塑性填料示意图



b) 劣弧形塑性填料示意图

图7.2-1 塑性填料断面设计

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	33

7.2.2 波形止水带设计应满足下列要求:

- a) 设置有波形止水带时, 波形止水带应连成整体, 形成一道完整的密封止水系统。
- b) 波形止水带宽度应满足覆盖支撑棒、保证塑性填料与面板接触宽度的要求, 可伸展宽度宜大于接缝设计张开和沉降的合位移值。波形止水带的厚度 t 宜按照式(7.2-3)计算并分析确定。

$$\left. \begin{aligned} t &\geq \max(t_0, \frac{u}{k_3}t_0) \\ t_0 &\geq \frac{k_1Pd}{2k_2k_4R_0} \end{aligned} \right\} \quad (7.2-3)$$

式中:

- t — 波纹止水带厚度, mm;
 - u — 橡胶的泊松比, 一般可取0.5;
 - P — 作用在止水带上的可能最大水压力, MPa;
 - d — 接缝的设计张开值, mm;
 - k_1 — 安全储备系数, 可取1.1~1.2, 沉陷、剪切变位大时取大值;
 - k_2 — 尺寸效应系数, 长橡胶强度与标准试片强度之比, 可取0.5;
 - k_3 — 止水带接头强度与母材强度之比, 宜根据试验确定; 当无试验资料时, 波形橡胶止水带采用现场硫化方法接头时, 可取0.5~0.7;
 - k_4 — 长期强度系数, 橡胶标准试片长期拉伸强度与标准拉伸强度之比; 可取0.3;
 - R_0 — 橡胶止水带的标准试片拉伸强度 (按照GB/T 528确定), MPa。
- c) 波形止水带宽度、波形数目、波形断面尺寸等宜与相关材料的产品模数一致。波形止水带示意图见图7.2-1。
- d) 波型止水带锚固位置宜靠近“V”型槽部位, 并避免塑性填料与面板混凝土接触面积不足。
- e) 波形止水带与混凝土之间应设置一定厚度的找平密封胶或塑性垫片, 塑性垫片可采用复合止水板。
- f) 波形止水带的异型接头宜整体成型。
- g) 波形止水带两翼应采用扁钢和膨胀螺栓固定。扁钢厚度宜为5 mm或6 mm, 宽度宜为50 mm或60 mm; 扁钢应设置螺栓孔, 孔宜为长圆孔, 孔径宜大于螺栓公称直径5 mm, 直线段长宜为5 mm, 孔间距宜为150 mm~200 mm; 扁钢接头宜错缝搭接, 错缝应在两孔中部, 缝宽宜为5 mm, 错缝间距宜为30 mm, 固定型式见图7.2-2。膨胀螺栓的公称直径宜为10 mm~12 mm, 有效长度宜为75 mm~125 mm。

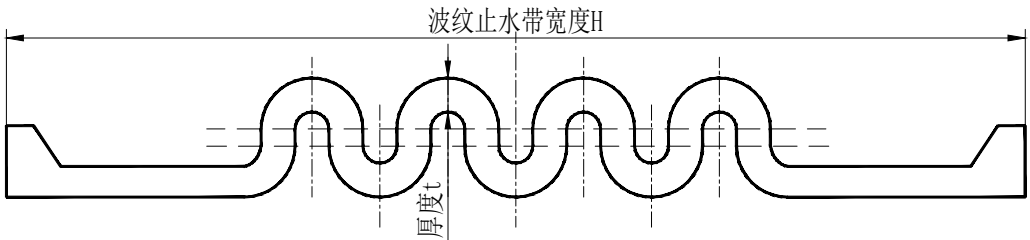
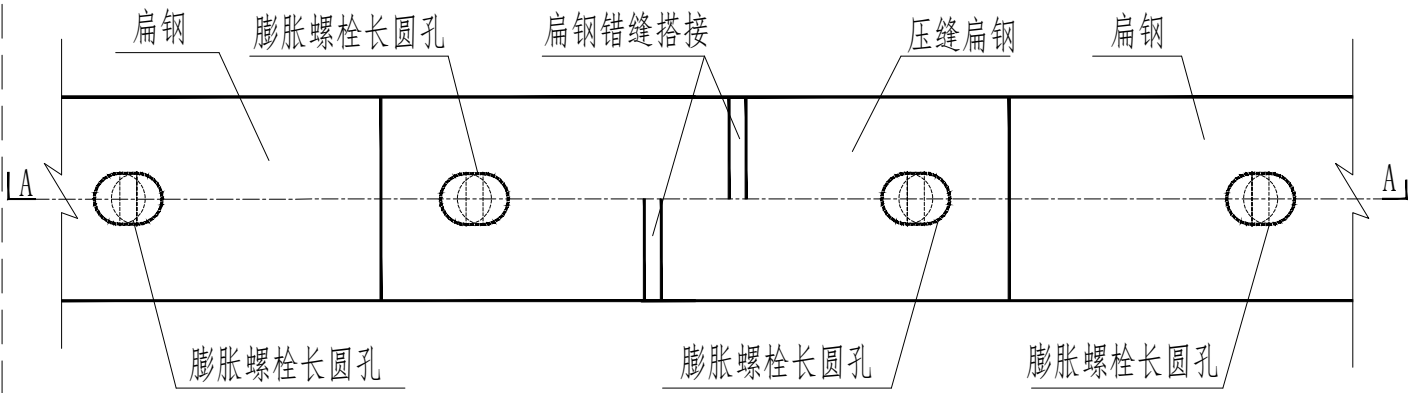
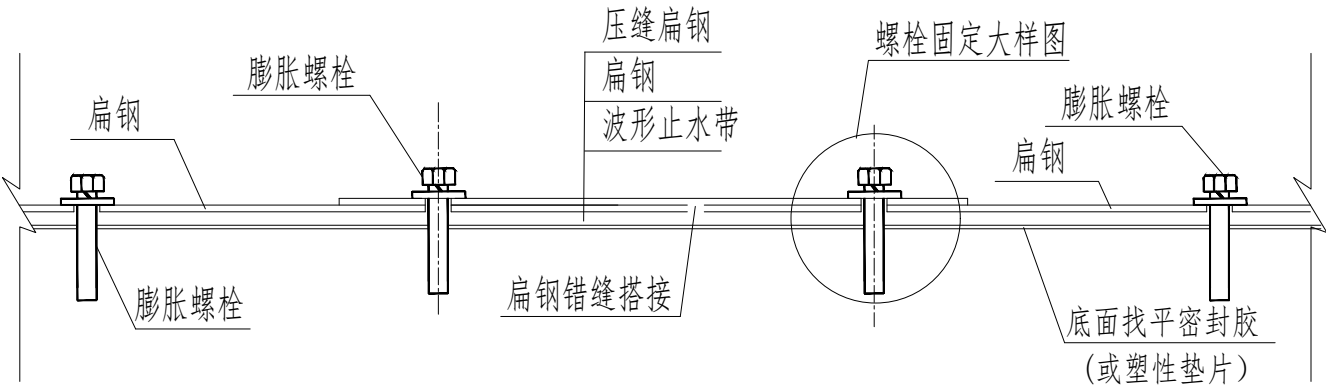


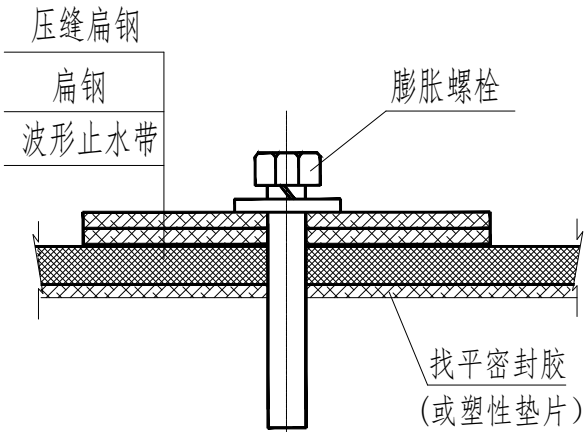
图7.2-1 波形止水带示意图



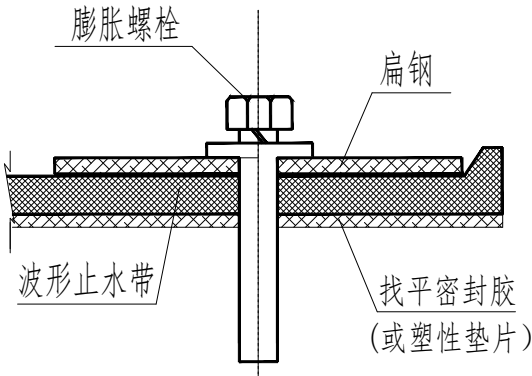
a) 固定波形止水带扁钢接头平面图



b) A-A剖面图



c) 螺栓固定大样图 (错缝搭接部位)



d) 螺栓固定大样图

图7.2-2 波形止水带固定示意图

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	34

7.2.3 支撑棒直径应大于接缝的预计张开值。
7.2.4 面板接缝各缝型顶部塑性填料典型断面以锚固型为例，具体见图7.2-3~图7.2-5。

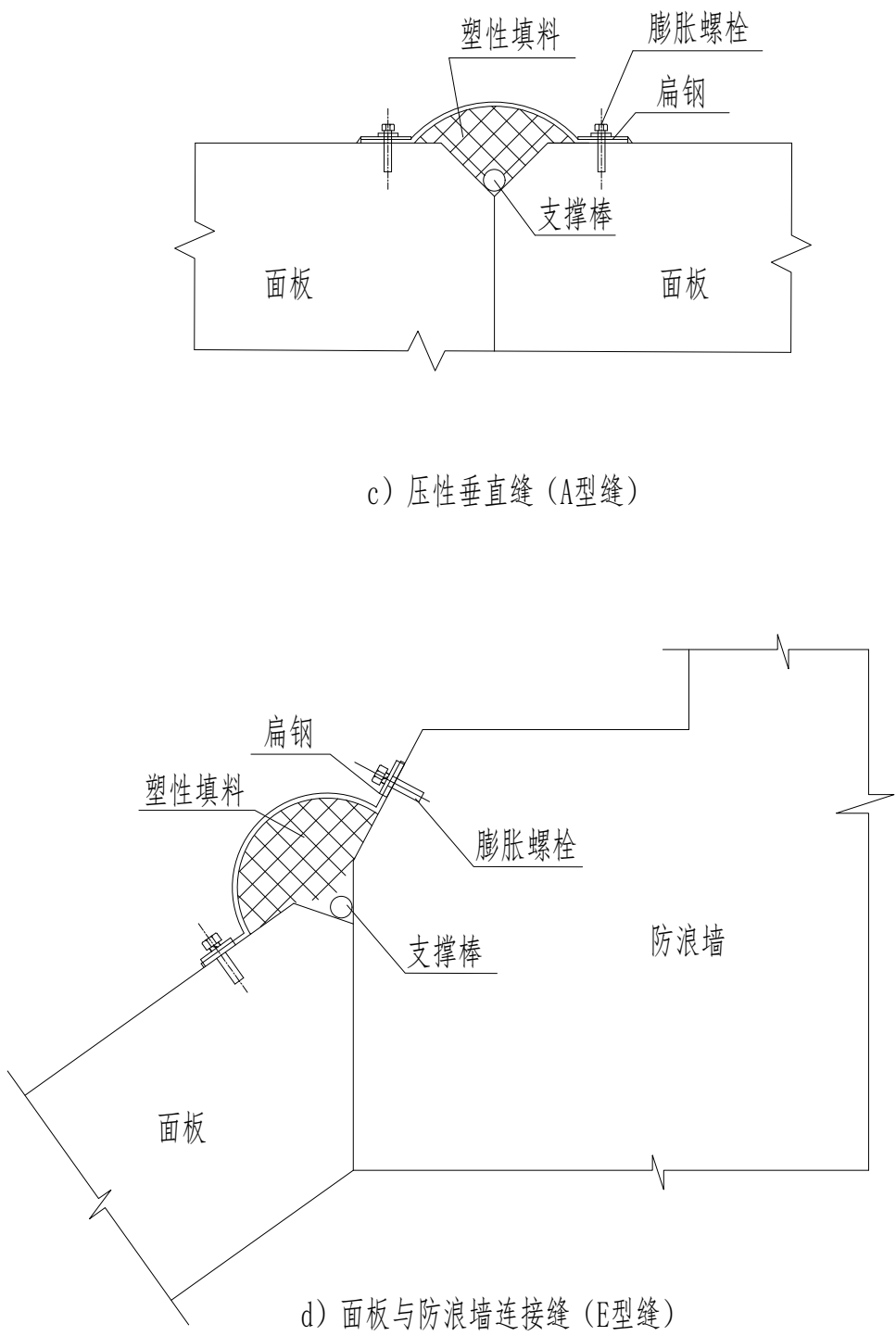
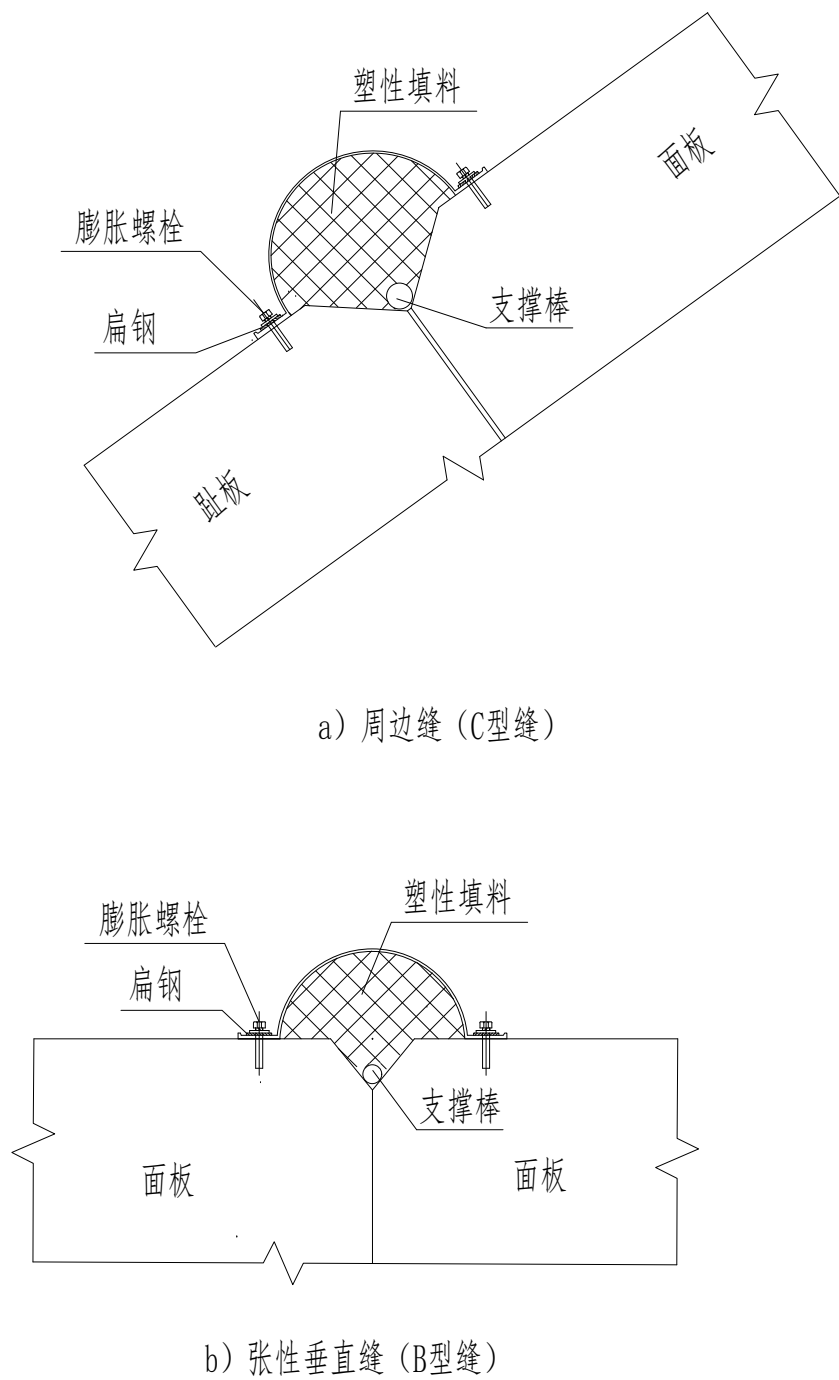
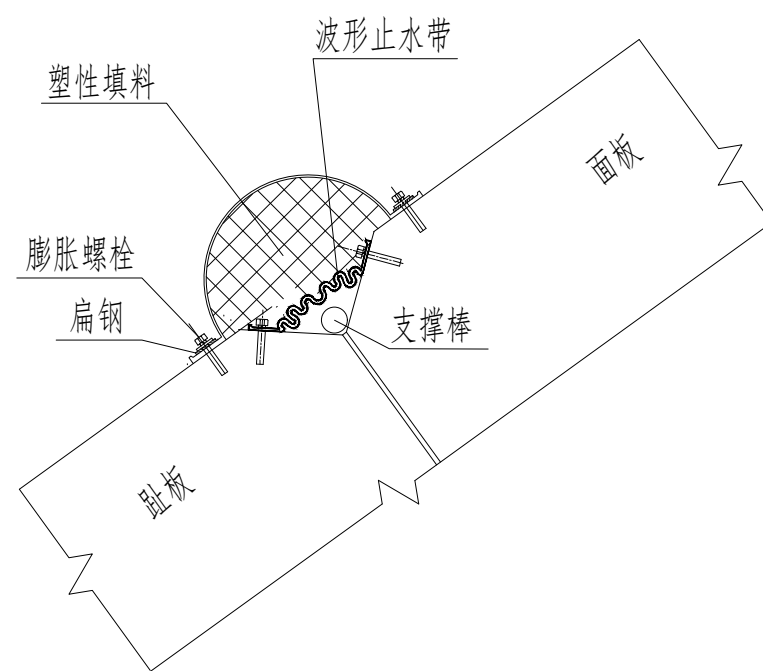
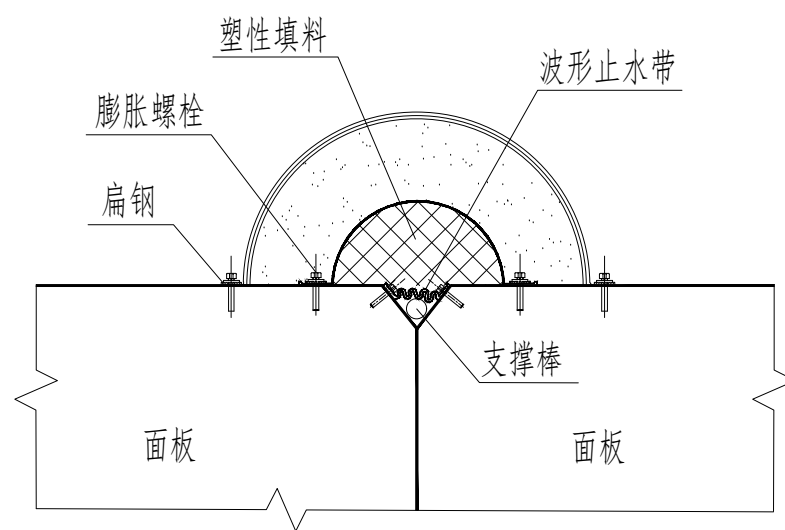


图7.2-3 中坝塑形填料典型断面

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	35

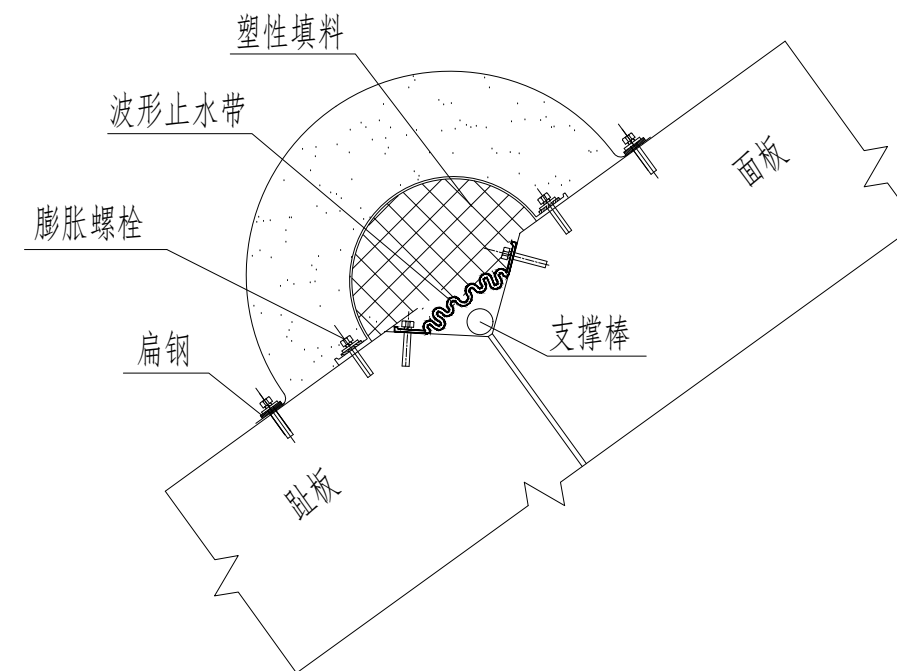


a) 周边缝 (C型缝)



b) 周边缝附近的垂直缝+死水位以下的周边缝

图7.2-4 高坝塑性填料典型断面



b) 周边缝附近的垂直缝(增大面积)

7 顶部塑性填料止水图

图集号

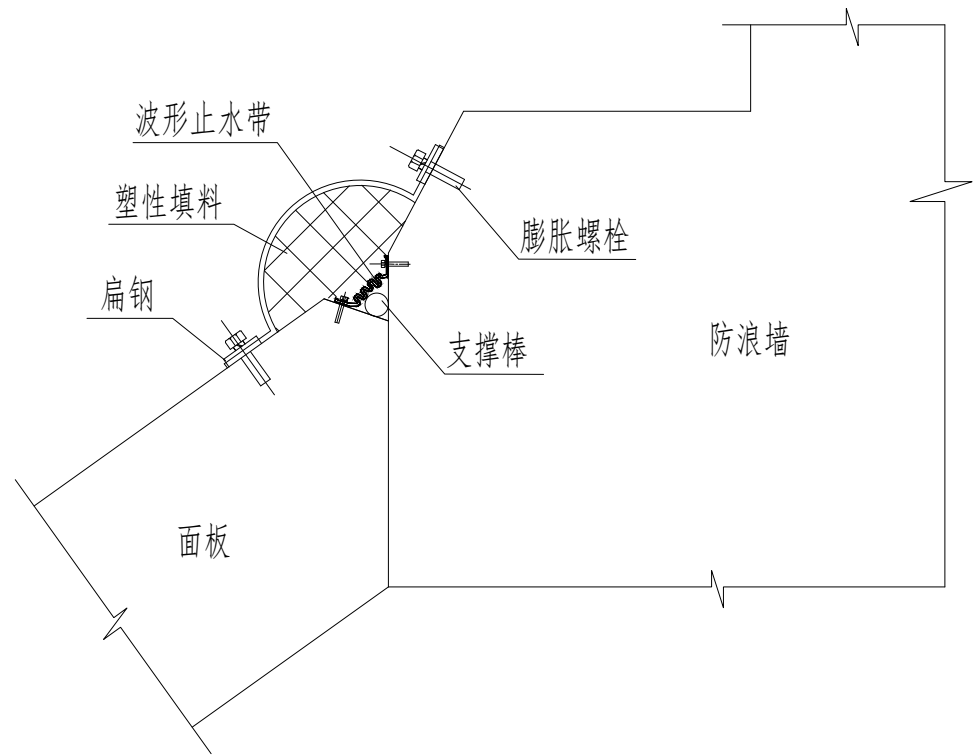
审核

校对

设计

页

36



c) 面板与防浪墙连接缝（E型缝）

图7.2-5 特高坝塑形填料典型断面

7.3 材料选用

7.3.1 塑性填料材料选用应满足下列要求：

- a) 塑性填料应具有低温不硬化、高温不流淌、组分不迁移的性能，并满足耐久性要求。
- b) 塑性填料应具有自黏结性能，选用与之适配的黏结剂，在运行条件下不与基层脱开。潮湿环境下施工时，应采取措施以满足潮湿界面黏结的要求。
- c) 塑性填料应能够承受水体长期浸泡、低温和冻融循环等要求。对于有耐碱、盐特殊要求的水工建筑物，塑性嵌缝密封材料应满足相应的耐碱、盐指标。
- d) 塑性填料应便于现场加工、安装，具有良好的施工性能。
- e) 塑性填料应无毒，无污染，满足水环境健康安全要求。
- f) 技术指标应符合表7.3-1的规定,检测方法应符合DL/T949的有关规定。

7.3.2 波形止水带材料选用应满足下列要求：

- a) 波形止水带材料性能指标应符合表7.3-2的规定，检测方法应符合DL/T 5215的有关规定。
- b) 找平密封胶性能应分别满足表7.3-3要求，塑性垫片应满足表7.3-4要求。
- c) 固定波形止水带的扁钢和膨胀螺栓材质应采用304不锈钢。扁钢宽度和膨胀螺栓参数应与相关材料的产品模数一致。

7.3.3 支撑棒材料选用应满足下列要求：

- a) 具备高拉伸强度，防止断裂失效。
- b) 在潮湿或温度变化环境中，应仍能保持性能稳定，避免老化。
- c) 橡胶支撑棒技术指标要求应符合表6.5-2的规定,PVC支撑棒技术指标要求应符合表7.3-4规定。

表7.3-1 塑性填料技术指标

序号	序号		单位	指标	
				塑性嵌缝密封材料	
1	浸泡质量损失率 常温 X 3600h		水	%	≤2
			饱和Ca(OH) ₂ 溶液	%	≤2
			10%NaCl溶液	%	≤2
2	拉伸黏结性能	常温，干燥	断裂伸长率	%	≥125
			黏结性能		不破坏
		常温，浸泡	断裂伸长率	%	≥125
			黏结性能		不破坏
		低温，干燥	断裂伸长率	%	≥50
			黏结性能		不破坏
		300次冻融循环后	断裂伸长率	%	≥125
			黏结性能		不破坏
3	流动止水长度		mm	≥130	
4	流淌值（下垂度）		mm	≤2	
5	施工度（针入度）		1/10mm	≥80	
6	密度		g/cm ³	≥1.15	
注： 气温温和地区可以不做低温试验和冻融循环试验；					
坝高大于100m时，塑性填料的流动止水长度应不小于150mm。					
塑性填料采用人工嵌填施工时，施工度（针入度）宜不小于100。					

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	37

表7.3-2 波形止水带技术指标

序号	项 目			单位	技术指标
1	硬度（邵尔A）			度	60±5
2	拉伸强度			MPa	≥15
3	扯断伸长率			%	≥380
4	压缩永久变形		70℃×24h	%	≤35
			23℃×168h	%	≤20
5	撕裂强度			kN/m	≥30
6	脆性温度			℃	≤-45
7	热空气老化	70℃×168h	硬度（邵尔A）	度	≤+8
			拉伸强度	MPa	≥12
			扯断伸长率	%	≥300
8	臭氧老化50pphm, 20%, 48h				2级

表7.3-3 找平密封胶材料特性指标

序号	检测项目	性能指标	试验检测方法
1	密度，g/cm³	1.6±0.1	GB/T 13477.2
2	下垂度，mm	≤3	GB/T 13477.6
3	表干时间，h	≤24	GB/T 13477.5
4	适用期，h	≥1	GB/T 13477.3
5	弹性回复率，%	≥70	GB/T 13477.17
6	拉伸模量，MPa/23° C	<0.4	GB/T 13477.8
7	定伸粘接性，60%	无破坏	GB/T 13477.10
8	浸水后定伸粘接性	无破坏	GB/T 13477.11
9	与胶的粘接性，60%	无破坏	GB/T 13477.10

表7.3-4 PVC支撑棒技术指标

序号	项 目		单 位	技术指标
1	硬度（邵尔A）		度	≥65
2	拉伸强度		MPa	≥14
3	扯断伸长率		%	≥300
4	低温弯折		℃	≤-20
5	热空气老化 70℃×168h	拉伸强度	MPa	≥12
		扯断伸长率	%	≥280
6	耐碱性10% Ca(OH) ₂ 高温， (23±2)℃×168h	拉伸强度保持率	%	≥80
		扯断伸长率保持率	%	≥80

7.4 施工技术要求

7.4.1 塑性填料施工应符合下列规定：

- a) 接缝顶部应按设计要求的断面形状和尺寸，预留嵌填塑性填料的V形槽，V形槽处理完成并验收合格后方可进行塑性填料的施工。
- b) 塑性填料施工应在相应部位混凝土强度达到设计强度的70%后进行。嵌填施工宜在气温高于5℃、无雨、无沙尘的天气进行。
- c) 塑性填料嵌填前,应将 与填料接触的混凝土表面处理干净;接触面进行干燥处理后，涂刷黏结剂，接触面潮湿情况下应采用潮湿面黏结剂，保证塑性填料与混凝土粘结良好，可采用人工手扒方式检测塑性填料与混凝土的粘接面是否脱开。
- d) 在塑性填料嵌填前，将橡胶/塑料棒嵌入接缝V形槽下口,棒壁与接缝壁应嵌紧。
- e) 塑性填料宜采用机械化施工，按照设计断面制作模具自动挤出成型。
- f) 塑性填料分期施工时，填料的端部应进行密封。

7 顶部塑性填料止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	38

7.4.2 波形止水带施工应符合下列规定：

- a) 直线段接头在现场连接时应采用硫化连接或对接连接。
- b) 采用硫化连接时，应采用圆弧形硫化模具，放入模具前应将波形止水带接口面和待填入的生胶片正反面清洁剂擦洗，生胶片应与波形止水带相配套；波形止水带接头间的生胶片宽度宜为10 mm，通过加热、模压使生胶片流动后充分填充母材端部之间的间隙并与母材紧密接触，温度宜为140~150 ℃，加热时间宜为10~15分钟，加压荷载宜为10~15 MPa；硫化接头内不得有气泡、夹渣，粘结紧密、连续。波形止水带现场硫化连接见图7.4-1。
- c) 采用对接连接时，包括波浪部分在内的端口应对接整齐；波形止水带接口单侧打毛宽度应不少于25 cm，并清洗擦拭干净；对接段宜刮涂聚脲，并复合胎基布加强，涂层厚度不小于4 mm，聚脲与止水带单侧粘结宽度应不小于20 cm，材料性能满足表9.3-1的要求。
- d) 安装波形止水带前，混凝土表面应清理干净保持无杂物；混凝土表面应涂刷找平密封胶，使波形止水带与混凝土表面之间紧密结合。
- e) 螺栓安装前，螺栓孔内粉尘应采用风吹干净，再插入螺栓。特高坝螺栓孔可用粘结剂填充，粘结剂可采用环氧树脂。

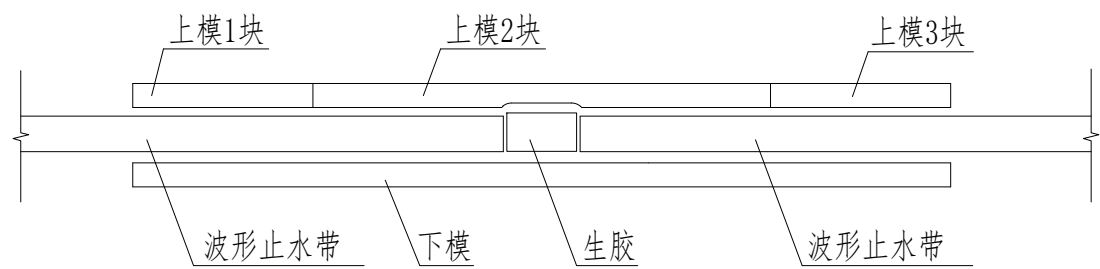


图7.4-1 波形止水带硫化连接示意图

7.4.3 支撑棒施工应满足下列要求：

- a) 缝口设有支撑棒时，应在塑性填料填塞前将棒嵌入接缝槽内，棒壁与接缝壁应嵌紧，支撑接头应予固定，防止错位。
- b) 塑料支撑棒的接头宜采用热融黏结或热焊接；橡胶支撑棒的接头宜采用硫化连接，接头处须加工平整、打毛。

7.5 质量检查与验收

7.5.1 塑性填料施工质量检查项目和质量要求应符合表7.5-1的规定。

7.5.2 波形止水带施工质量检查项目和质量要求应符合下列规定：

- a) 波形止水带硫化接头内不得有气泡、夹渣，连持处的抗拉强度不应小于母材抗拉强度的60%。
- b) 波形止水带中心线与设计线的安装允许偏差为±5 mm。
- c) 固定波形止水带的螺栓及扁钢应压覆平整。

表7.5-1 塑性填料质量要求

序号	项目	质量要求
1	V形槽	位置准确，规格、尺寸符合设计要求，边缘允许偏差10mm
2	接缝的混凝土表面	表面必须平整、密实，不得有露筋、蜂窝、麻面、起皮、起砂和松动等缺陷
3	接触面涂刷黏结剂	混凝土表面必须清洁、干燥，黏结剂涂刷均匀、平整、不得漏涂，露白，黏结剂必须与混凝土面粘结紧密。黏结剂涂刷后，应防止灰尘杂物污染，黏结剂与塑性填料的施工间隔时间，应按照相关技术要求控制
4	塑性填料	塑性填料应嵌填密实，外形应平滑、规整；断面应密实，无分层、孔洞、气泡等；在接头部位应挤压密实，无空隙。

7.6 修复处理

- 7.6.1 顶部塑性填料止水的全面修复应满足顶部塑性填料设计要求。
- 7.6.2 顶部塑性填料止水的部分修复应确保新、旧塑性填料表面平顺过渡。
- 7.6.3 顶部塑性填料修复质量应符合7.5节的相关规定。

7 顶部塑性填料止水图

						图集号	
审核		校对		设计		页	39

8 表层防渗保护盖片止水图

8.1 基本要求

- 8.1.1 接缝止水表层防渗保护盖片及其相关细部结构设计应包括构造、材料技术指标、施工技术要求及施工质量检查检测方法等内容。
- 8.1.2 面板接缝缝顶表面防渗保护盖片应相互连接后构成完整封闭系统，见图8.1-1～图8.1-3。

- 8.1.3 表层防渗保护盖片结构应包括盖片、扁钢、螺栓、找平密封胶、封边剂等。
- 8.1.4 表层防渗保护盖片应采用膨胀螺栓和扁钢固定，宜根据工程所在地区特点选择适宜结构和材料,特殊条件下接缝止水图应符合第12章的规定。

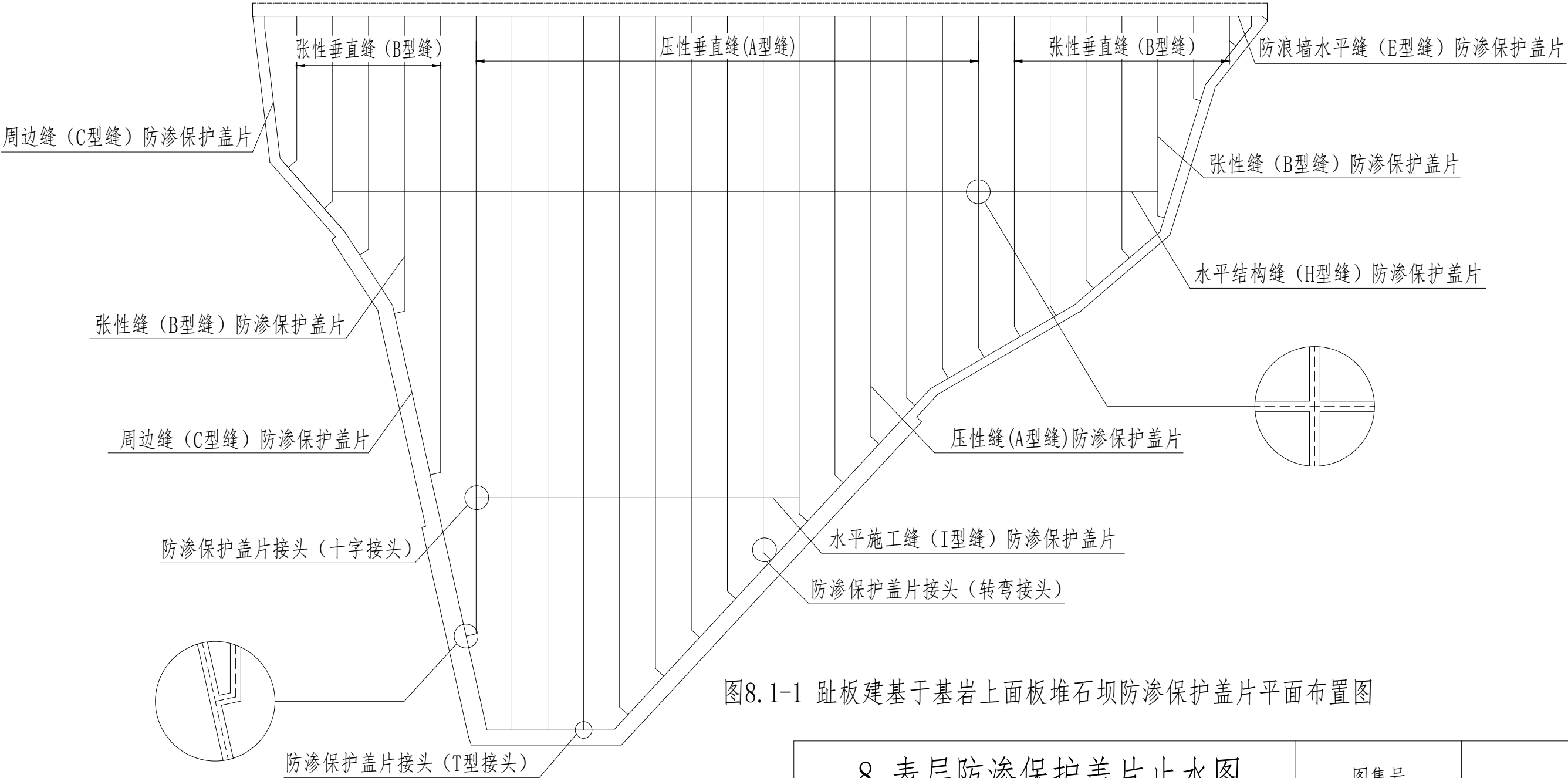


图8.1-1 趾板建基于基岩上面板堆石坝防渗保护盖片平面布置图

8 表层防渗保护盖片止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	40

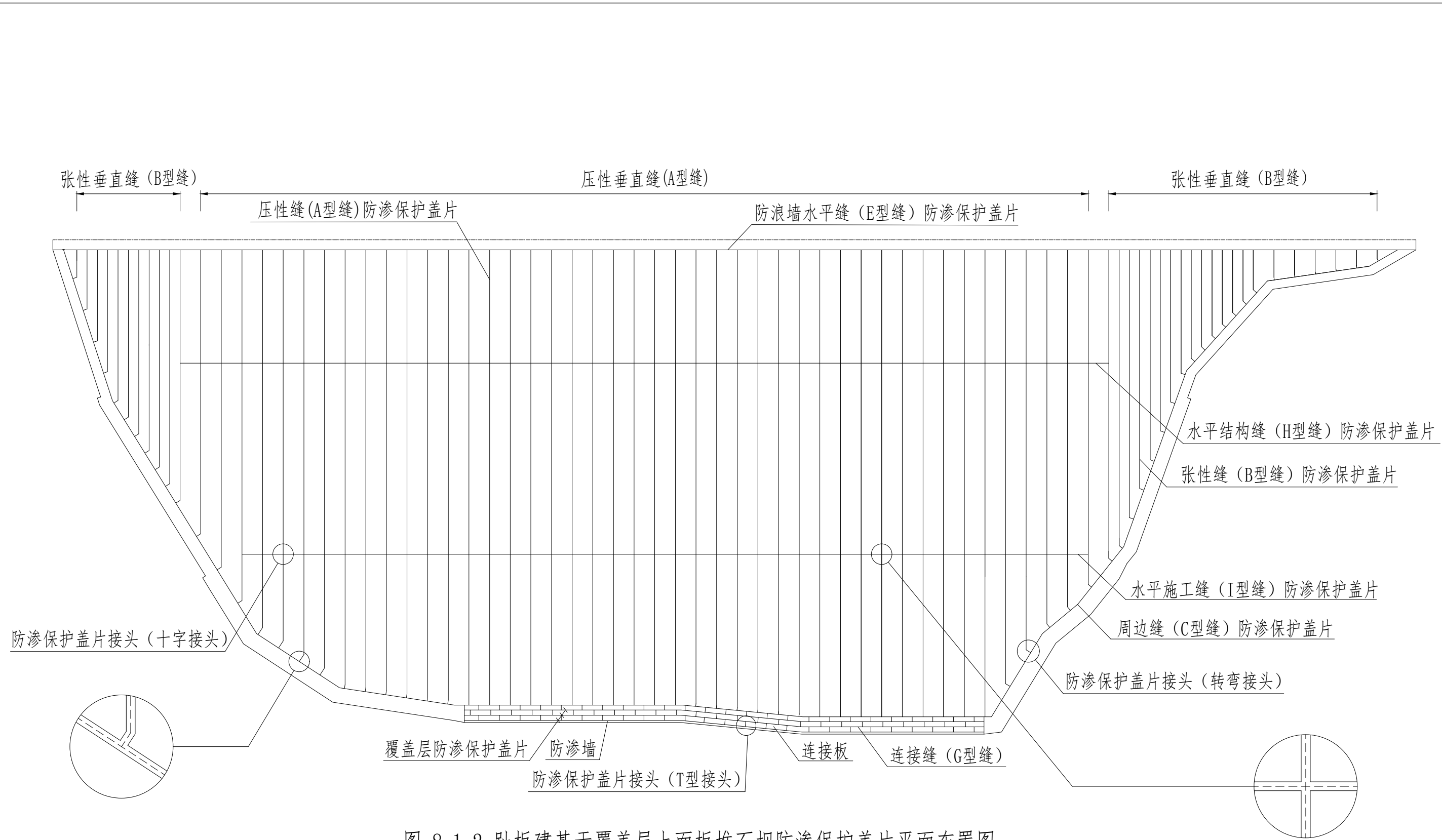


图 8.1-2 趾板建基于覆盖层上面板堆石坝防渗保护盖片平面布置图

8 表层防渗保护盖片止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	41

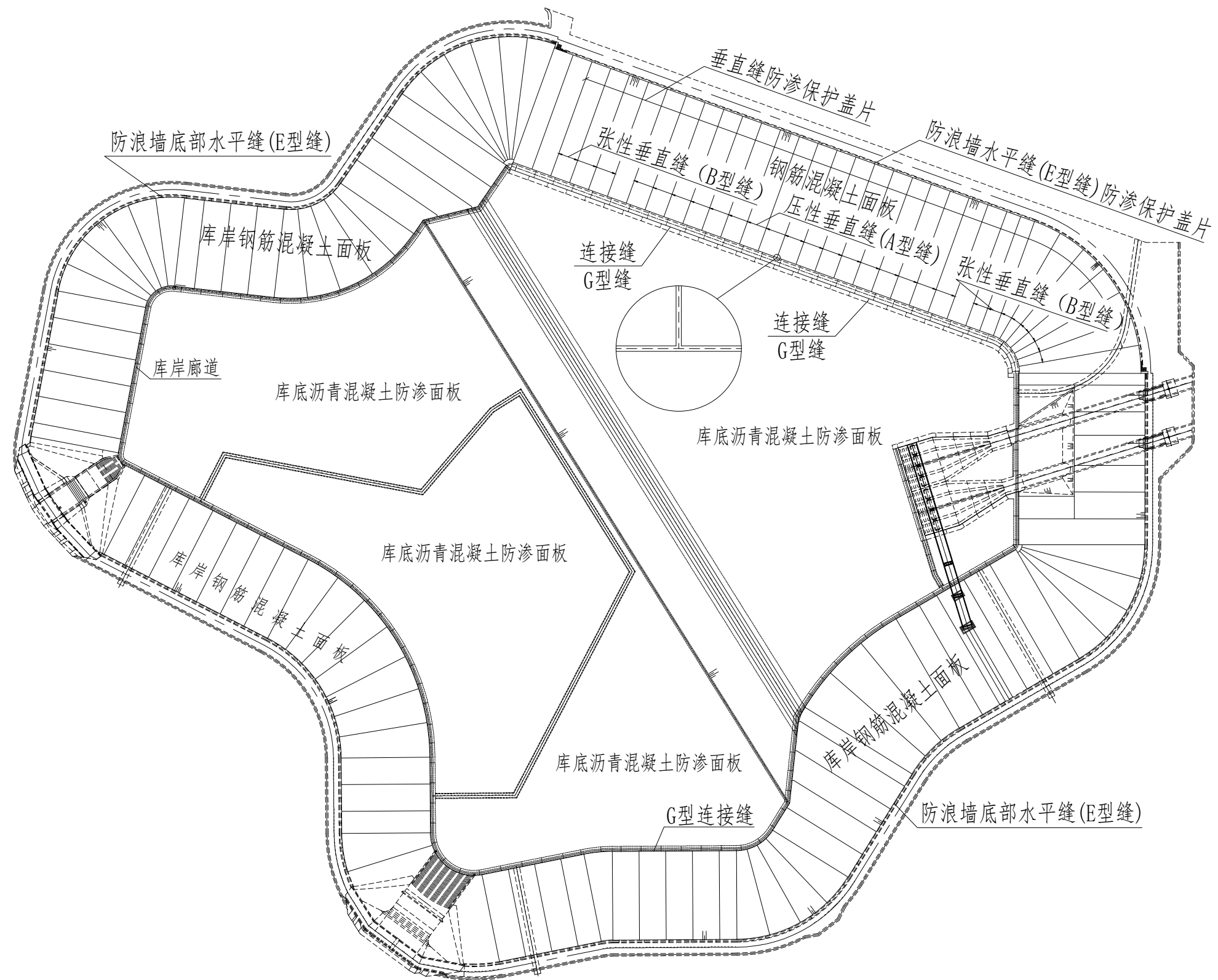


图8.1-3 抽水蓄能全库盆防渗面板堆石坝防渗保护盖片平面布置图

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

42

8.2 结构选型

8.2.1 表层防渗保护盖片结构型式与厚度应根据接缝止水所承受最大作用水头H选择，并符合以下规定：

- a) 当 $H < 100\text{ m}$ ，防渗保护盖片厚度宜不小于 5 mm 。
- b) 当 $200\text{ m} > H \geq 100\text{ m}$ ，宜采用三复合或二复合盖片，厚度宜不小于 6 mm ，其中止水材料厚度宜为 2 mm 。
- c) 当 $300\text{ m} > H \geq 200\text{ m}$ ，应采用三复合或二复合盖片，厚度应不小于 8 mm ，其中三元乙丙橡胶厚度不小于 3 mm ，止水材料厚度宜为 $2\text{ mm} \sim 4\text{ mm}$ 。

8.2.2 天然橡胶三复合盖片可由三元乙丙橡胶、天然橡胶与止水材料复合而成，结构示意见图8.2-1 a)，也可同时在三元乙丙橡胶与天然橡胶之间复合高强度土工织物。三元乙丙橡胶二复合盖片可由内复合高强度土工织物的三元乙丙橡胶复合片与止水材料复合而成，结构示意见图8.2-1 b)。当塑性材料采用成型机加热施工，确保与防渗保护盖片粘结良好，防渗保护盖片内侧复合的止水材料可取消，结构示意见图8.2-1 c) 和图8.2-1 d)。

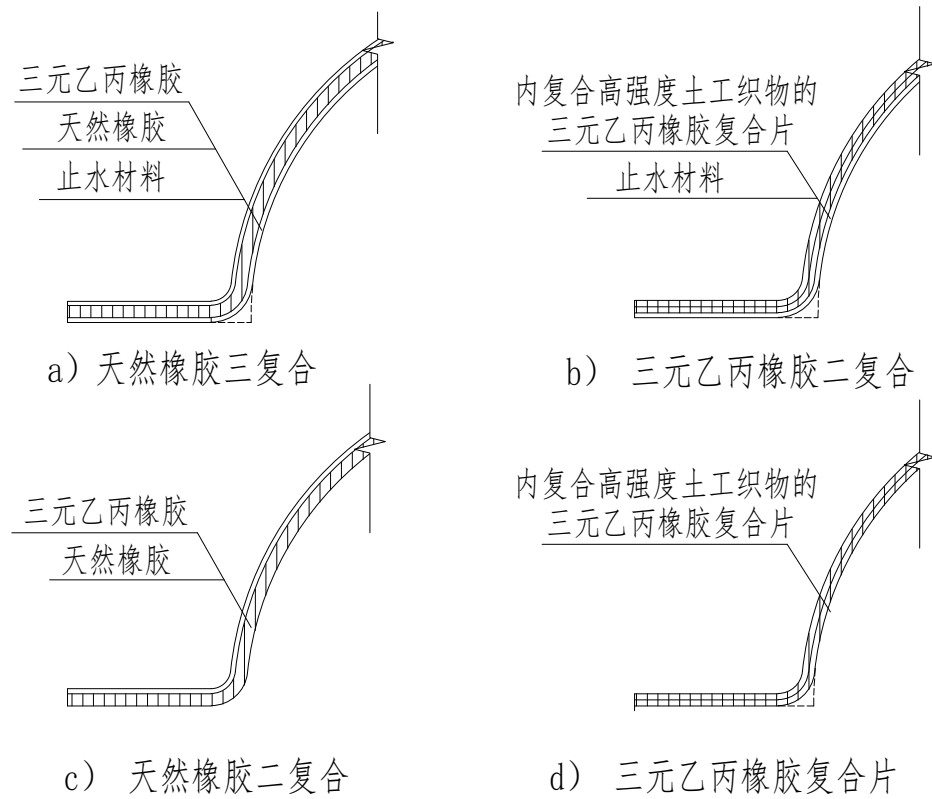


图8.2-1 复合盖片结构示意图

8.2.3 防渗保护盖片宽度应根据盖片形状及设计参数计算确定，包括圆弧段、翼段、预留段等。

8.3 构造要求

8.3.1 防渗保护盖片形状、尺寸与塑性填料尺寸相适应，防渗保护盖片形状见图8.3-1~图8.3-7。

8.3.2 防渗保护盖片两翼应采用螺栓和扁钢固定，与面板或趾板混凝土表面形成封闭，盖片翼段宽度L宜为 $60\text{ mm} \sim 70\text{ mm}$ ，扁钢外侧预留段宽度不小于 30 mm ；锚固后应将扁钢外侧预留段盖片进行切割。

8.3.3 防渗保护盖片接头包括普通接头和异型接头，异型接头可分为T型接头、十字接头、转弯接头、渐变接头见图8.3-8~图8.3-11；防渗保护盖片异型接头应采用厂家定型产品。

8.3.4 T型接头在垂直缝、周边缝中心线方向长度A/B宜为 $500\text{ mm} \sim 600\text{ mm}$ ；十字接头在垂直缝、水平缝中心方向长度A/B宜为 $500\text{ mm} \sim 600\text{ mm}$ ；转弯连接接头两侧中心线长度C宜为 $400\text{ mm} \sim 500\text{ mm}$ ，内侧短边长度D宜不小于 200 mm ；渐变段防渗保护盖片连接段长度E宜不小于 1000 mm 。

8.3.5 防渗保护盖片接头之间宜采用硫化方式，也可采用搭接方式连接并采用复合胎基布刮涂聚脲封闭。

8.3.6 扁钢及膨胀螺栓构造设计可按7.2.2执行，扁钢的厚度和宽度、膨胀螺栓的直径和有效长度宜取大值。

8.3.7 防渗保护盖片两翼段应复合一定厚度的密封止水材料，或与混凝土之间设置找平密封胶或塑性垫片，结构设计见图8.3-12和图8.3-13；防渗保护盖片两翼段外侧可采用封边剂进行密封，封边剂应将扁钢和盖片两端包裹涂覆，结构设计见图8.3-14。防渗保护盖片与混凝土之间密封止水材料、找平密封胶、塑性垫片厚度宜不超过 7 mm 。

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

43

8.3.8 防渗保护盖片接触的混凝土表面平整度不超过5 mm，且局部凹凸不大于3 mm时应采用找平密封胶或塑性垫片找平。如接触面存在蜂窝麻面、起砂、凹坑缺陷，宜采用环保型环氧胶泥或砂浆修补。

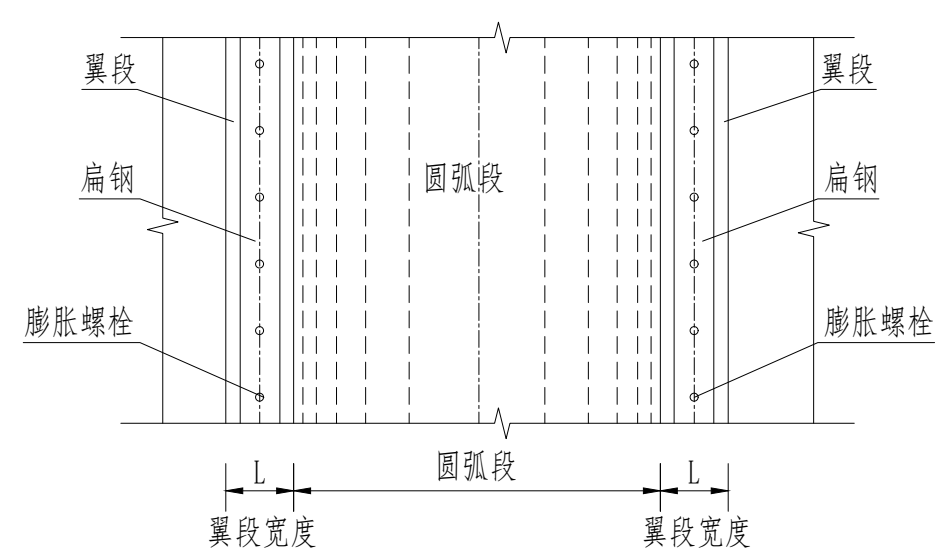


图8.3-1 防渗保护盖片大样图

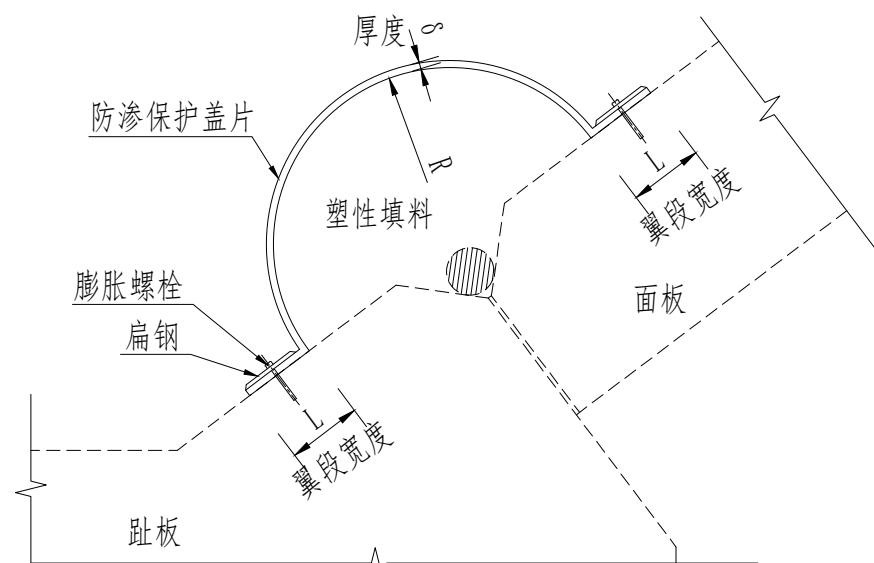


图8.3-2 周边缝 (C型缝) 防渗保护盖片剖面图

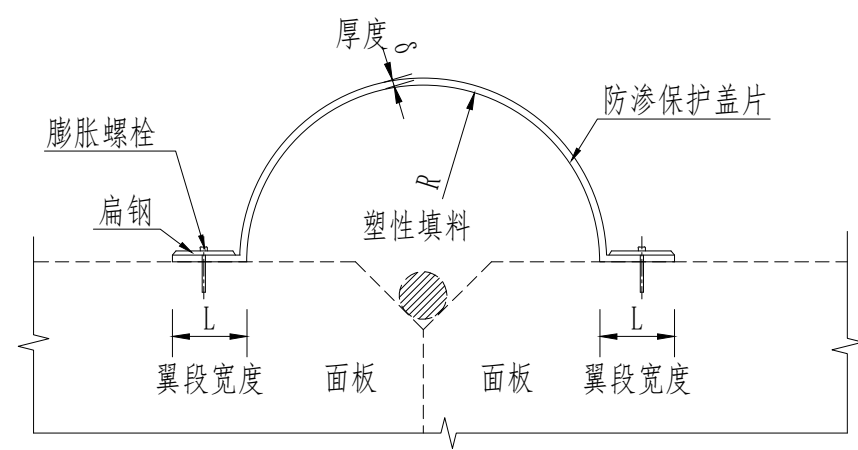


图8.3-3 张性缝 (B型缝) 防渗保护盖片剖面图

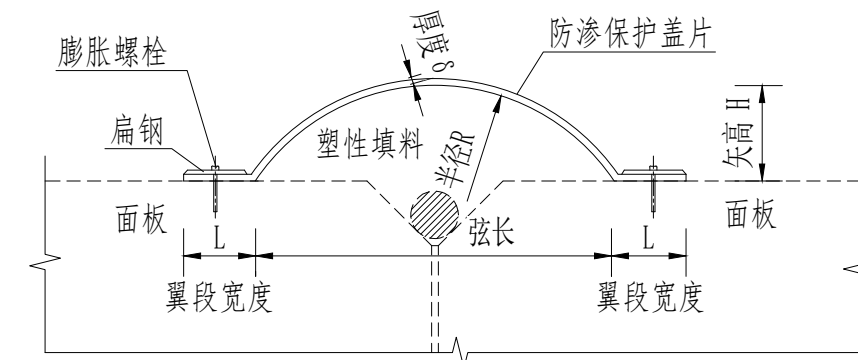


图8.3-4 压性缝 (A型缝) 防渗保护盖片剖面图

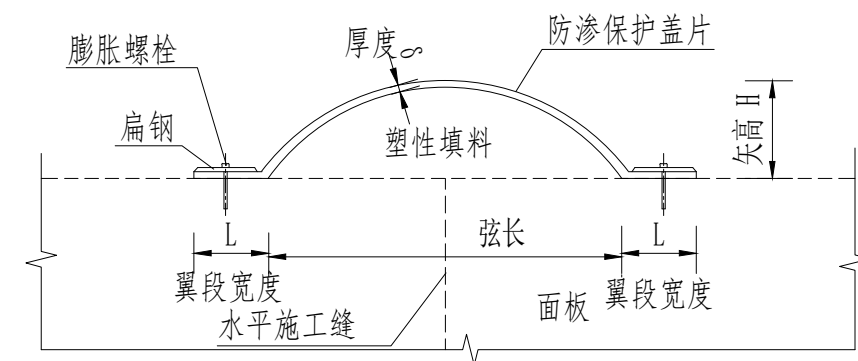


图8.3-5 水平施工缝 (I型缝) 防渗保护盖片剖面图

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

44

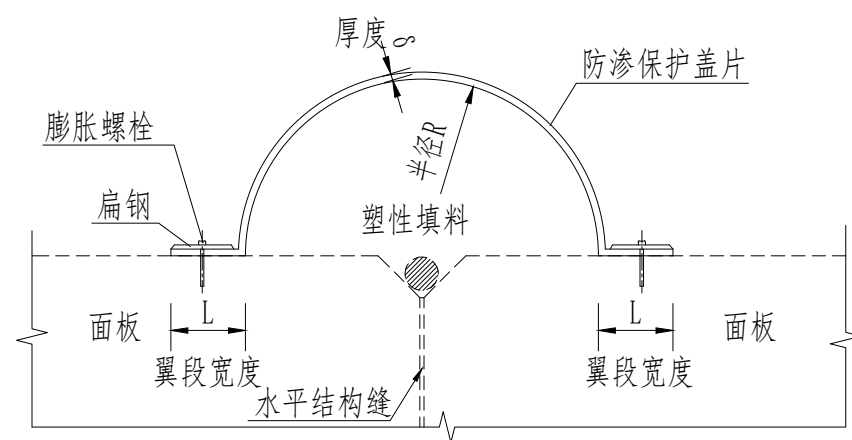


图8.3-6 水平结构缝（H型缝）防渗保护盖片剖面图

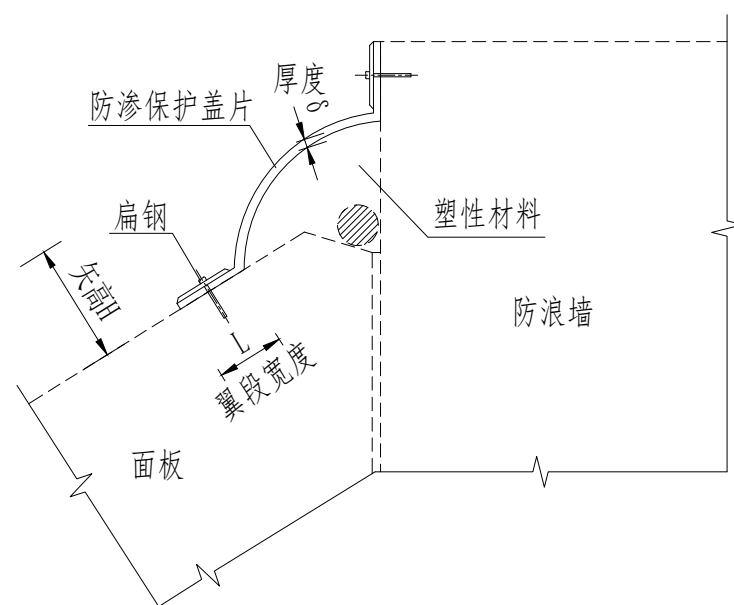


图8.3-7 防浪墙水平缝（E型缝）防渗保护盖片剖面图

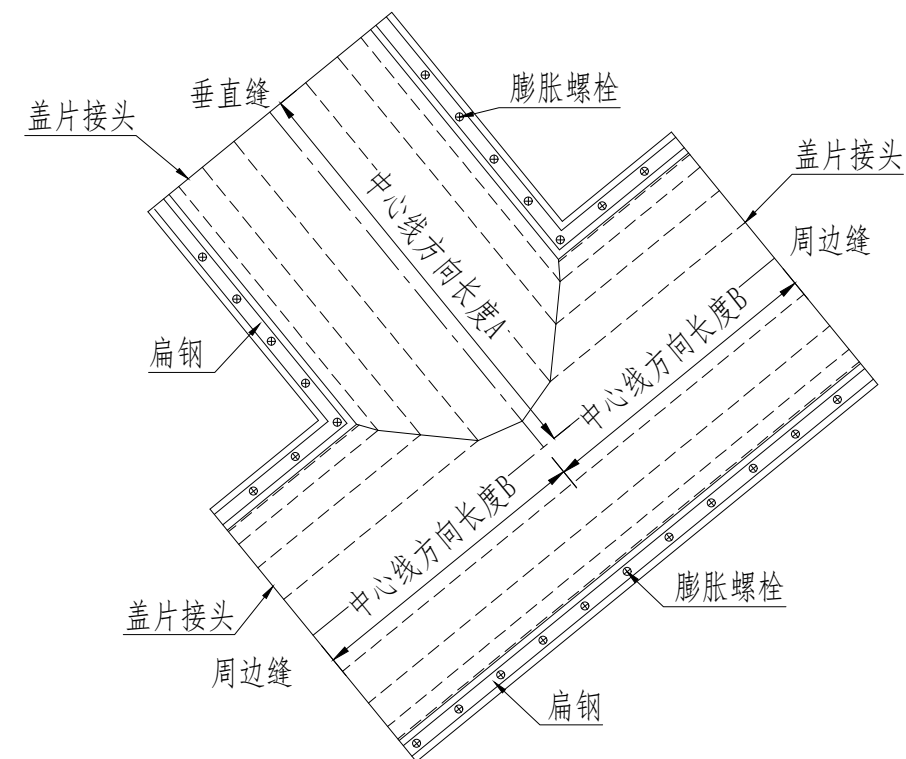


图8.3-8 防渗保护盖片T型接头

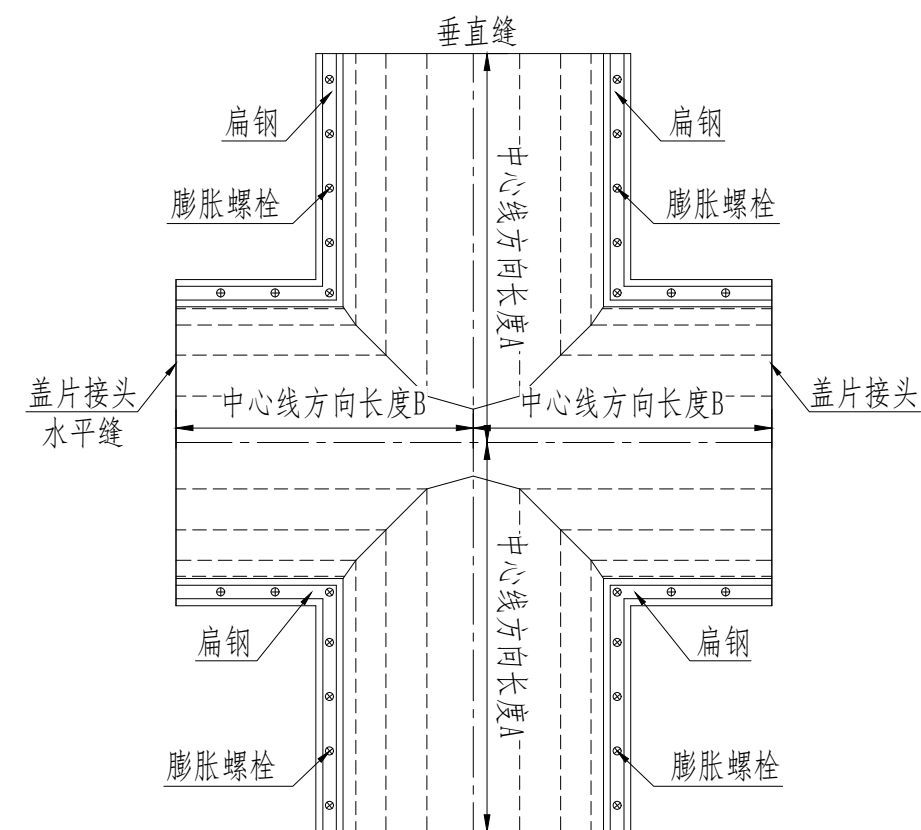


图8.3-9 防渗保护盖片十字接头

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

45

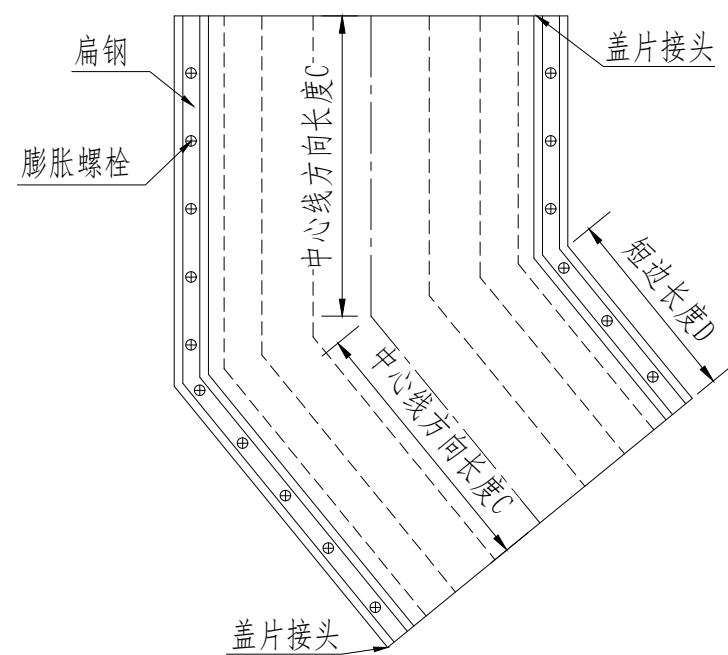


图8.3-10 防渗保护盖片转弯接头

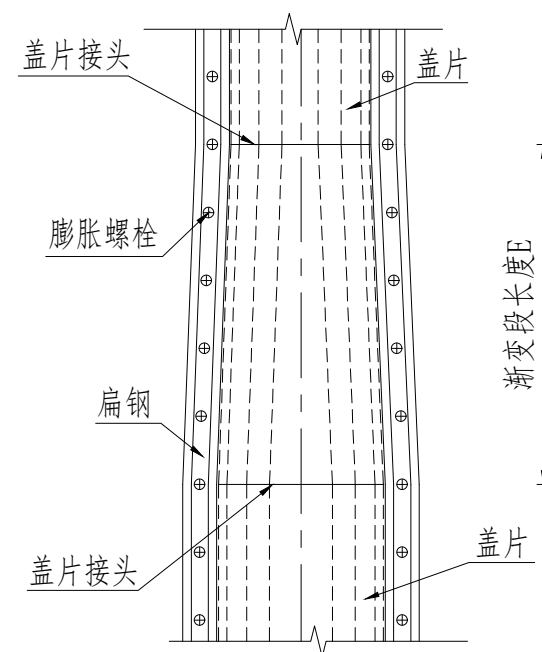


图8.3-11 防渗保护盖片渐变接头

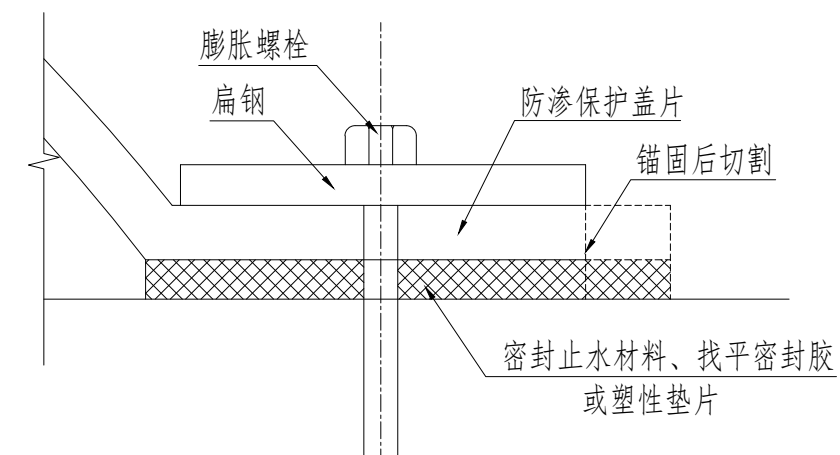


图8.3-12 防渗保护盖片与混凝土之间封闭

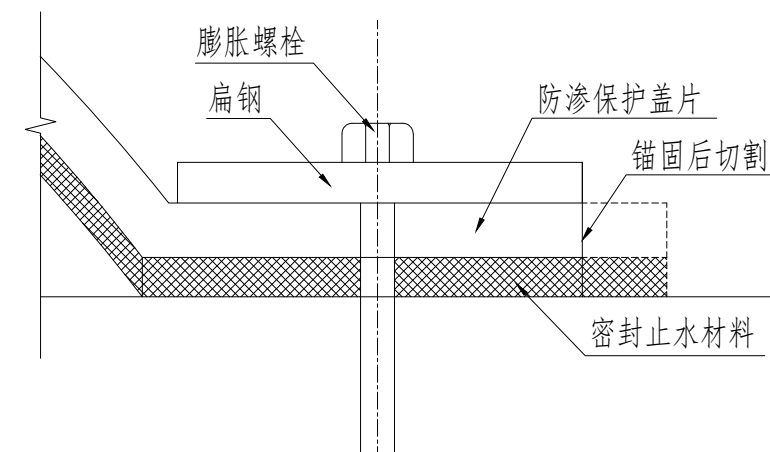


图8.3-13 内复合密封止水材料防渗保护盖片与混凝土之间封闭

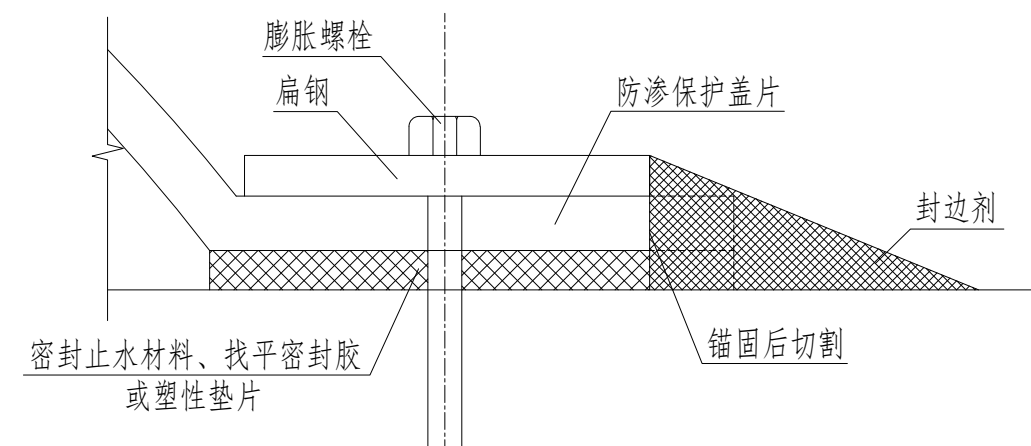


图8.3-14 防渗保护盖片与混凝土锚固后封边

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

46

8.4 材料选用

8.4.1 天然橡胶三复合盖片表面的三元乙丙橡胶应采用高分子材料均质片，天然橡胶性能指标应符合表7.3-2的规定，三元乙丙橡胶均质片性能指标应符合表8.4-1；三元乙丙二复合盖片表面的三元乙丙橡胶应采用内复合高强度土工织物的高分子材料，其性能指标应表8.4-2的规定。防渗保护盖片内复合的止水材料可采用密封止水材料和塑性填料，其性能指标应符合表8.4-3和表7.3-1的规定。

8.4.2 扁钢和膨胀螺栓宜选用304不锈钢材料，规格尺寸模数应与相关材料产品模数一致。

8.4.3 找平密封胶采用弹性性能好的材料，封边剂应采用粘结性强的防水材料，找平密封胶和封边剂性能指标符合表7.3-3和表8.4-4的规定。

表8.4-1 三元乙丙橡胶均质片材料特性指标

序号	项 目		指标	试验检测方法
1	断裂拉伸强度(常温23±2° C)，MPa		≥7.5	GB18173.1
2	扯断伸长率(常温23±2° C)，%		≥450	GB18173.1
3	撕裂强度，kN/m		≥25	GB/T529
4	低温弯折，° C		≤-40	GB18173.1
5	热空气老化 (80° C×168h)	断裂拉伸强度保持率，%	≥80	GB/T3512
		扯断伸长率保持率，%	≥70	
		100%伸长率外观	无裂纹	
6	耐碱性（10% Ca(OH) ₂ 常温×168h）	断裂拉伸强度保持率，%	≥80	GB/T1690
		扯断伸长率保持率，%	≥80	
7	臭氧老化（40° C×168h）	伸长率40%，500pphm	无裂纹	GB/T7762
8	抗渗性，MPa		≥1	DL/T 5150

注:1. 出厂检验项目为项目1、2、3，型式检验项目为所有项目。有特殊要求时还可增加其他检测项目。

2. 抗渗性指标的测试方法参照《水工混凝土试验规程》进行。对于高坝，抗渗性指标根据坝高确定，要求不小于所承受的设计水头。

表8.4-2 三元乙丙橡胶复合片材料特性指标

序号	项 目		指标	试验检测方法
1	断裂拉伸强度(常温23±2° C)，N/cm		≥80	GB18173.1
2	扯断伸长率(常温23±2° C)，%		≥300	GB18173.1
3	撕裂强度，N		≥40	GB/T529
4	低温弯折，° C		≤-35	GB18173.1
5	热空气老化 (80° C×168h)	断裂拉伸强度保持率，%	≥80	GB/T3512
		扯断伸长率保持率，%	≥70	
6	耐碱性（10% Ca(OH) ₂ 常温×168h）	断裂拉伸强度保持率，%	≥80	GB/T1690
		扯断伸长率保持率，%	≥80	
7	臭氧老化（40° C×168h）	伸长率20%，200pphm	无裂纹	GB/T7762
8	抗渗性，MPa		≥1	DL/T 5150

注:1. 出厂检验项目为项目1、2、3，型式检验项目为所有项目。有特殊要求时还可增加其他检测项目。

2. 抗渗性指标的测试方法参照《水工混凝土试验规程》进行。对于高坝，抗渗性指标根据坝高确定，要求不小于所承受的设计水头。

表8.4-4 封边剂材料特性指标

序号	项目	性能指标	试验检测方法
1	密度，g/cm ³	1.3±0.1	GB/T 13477.2
2	失黏时间，h	≤5	GB/T 16777
3	拉伸强度，MPa	≥2.0	GB18173.1
4	断裂伸长率，%	≥100	GB18173.1
5	粘接强度，8字模法，MPa	≥2.0	GB/T 16777

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

47

表8.4-3 密封止水材料特性指标

序号	项 目		指标	试验检测方法	
1	浸泡质量损失率 常温×3600h		水，%	≤2	DL/T 949
			饱和Ca(OH) ₂ ，%	≤2	
			10%NaCl溶液，%	≤2	
2	拉伸黏 结性能	常温，干燥	断裂伸长率，%	≥300	GB/T 13477.8
			黏结性能	不破坏	
		常温，浸泡	断裂伸长率，%	≥300	
			黏结性能	不破坏	
		低温，干燥	断裂伸长率，%	≥200	DL/T 949
			黏结性能	不破坏	
		300次冻融循环	断裂伸长率，%	≥300	
			黏结性能	不破坏	
3	流淌值（下垂度），mm		≤2	GB/T 13477.6	
4	施工度（针入度），1/10mm		≥70	GB/T 4509	
5	密度，g/cm ³		≥1.15	GB 1033	
6	复合剥离强度（常温），N/cm		>10	GB/T 2791	

注：1. 常温指（23±2）°C
2. 低温指（-20±2）°C
3. 气温温和地区可以不做低温试验、冻融循环试验。

8.5 施工技术要求

8.5.1 缝顶塑性填料嵌填施工后应尽快安装防渗保护盖片。防渗保护盖片内复合的止水材料应与防渗保护盖片粘结良好。施工时防渗保护盖片应贴合塑性填料接触面，必要时用塑性填料填充找平；防渗保护盖片宜与缝顶塑性填料采用机械同步施工。

8.5.2 防渗保护盖片覆盖施工时，应逐渐展开保护盖片，撕去表面上的防粘保护纸，沿接缝将盖片粘贴在塑性填料和混凝土面上，用力从盖片中部向两边赶尽空气，使盖片与塑性填料和混凝土面粘贴密实。

8.5.3 螺栓安装前，螺栓孔内粉尘应采用风吹干净，再插入螺栓。特高坝螺栓孔可用粘结剂填充，粘结剂可采用环氧树脂。

8.5.4 防渗保护盖片接头硫化连接应采用圆弧形硫化模具，放入模具前应将防渗保护盖片接口面和待填入的生胶片正反面清洁剂擦洗，生胶片应与防渗保护盖片相配套。防渗保护盖片接头间的生胶片宽度宜为10 mm，并在其上下各放置一块厚度1.5 mm、宽度80 mm~100 mm的生胶片，应通过加热、模压使生胶片流动后充分填充母材端部之间的间隙并与母材紧密接触。防渗保护盖片接头硫化连接示意图图8.5-1。

8.5.5 防渗保护盖片接头硫化的温度、压力、时间应结合材料及厚度等因素通过现场试验确定，天然橡胶三复合和二复合盖片的硫化温度可为150 °C~160 °C，三元乙丙橡胶二复合和复合片的硫化温度可为160 °C~180 °C，并保持压力在10 MPa~15 MPa之间持续时间15 min~20 min。硫化接头内不得有气泡、夹渣，粘结紧密、连续。

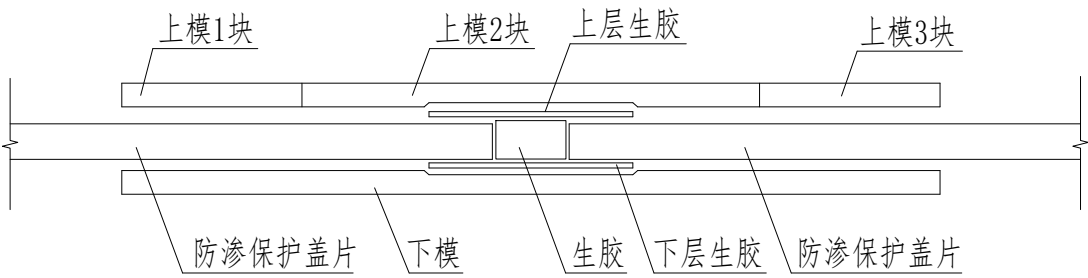


图8.5-1 防渗保护盖片接头硫化连接示意图

8 表层防渗保护盖片止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	48

8.5.5 防渗保护盖片搭接应符合以下规定：

a) 内复合高强度土工织物的防渗保护盖片可切片搭接，两侧端头分别切掉土工织物的上部、下部橡胶后将切割面搭接，切割面宽度不小于15 cm；搭接时切割面上应先均匀涂刷一遍界面剂，再刮涂单组分聚脲，并在即将表干前将两侧的切割面进行搭接，上部盖板接缝再刮涂单组分聚脲封闭，接缝两侧搭接长度各不小于15 cm，防渗保护盖片接头切片搭接示意图8.5-2 a)。

b) 防渗保护盖片接头也可采用压覆搭接，高高程盖板压覆低高程，上部盖板接缝再刮涂单组分聚脲封闭，高高程搭接长度 L_1 不小于40 cm，低高程搭接长度 L_2 不小于20 cm，防渗保护盖片接头压覆搭接示意图8.5-2 b)。

c) 盖板表面刮涂聚脲覆盖范围应打毛并用清洗剂擦拭干净，而后均匀涂刷一遍界面剂，再刮涂单组分聚脲封闭，厚度应不小于4 mm，刮涂次数宜为4~6道，并在第一道与第二道间嵌入一层胎基布加强；刮涂聚脲与混凝土面粘结宽度不小于25 cm，其材料性能满足表9.3-1的要求。

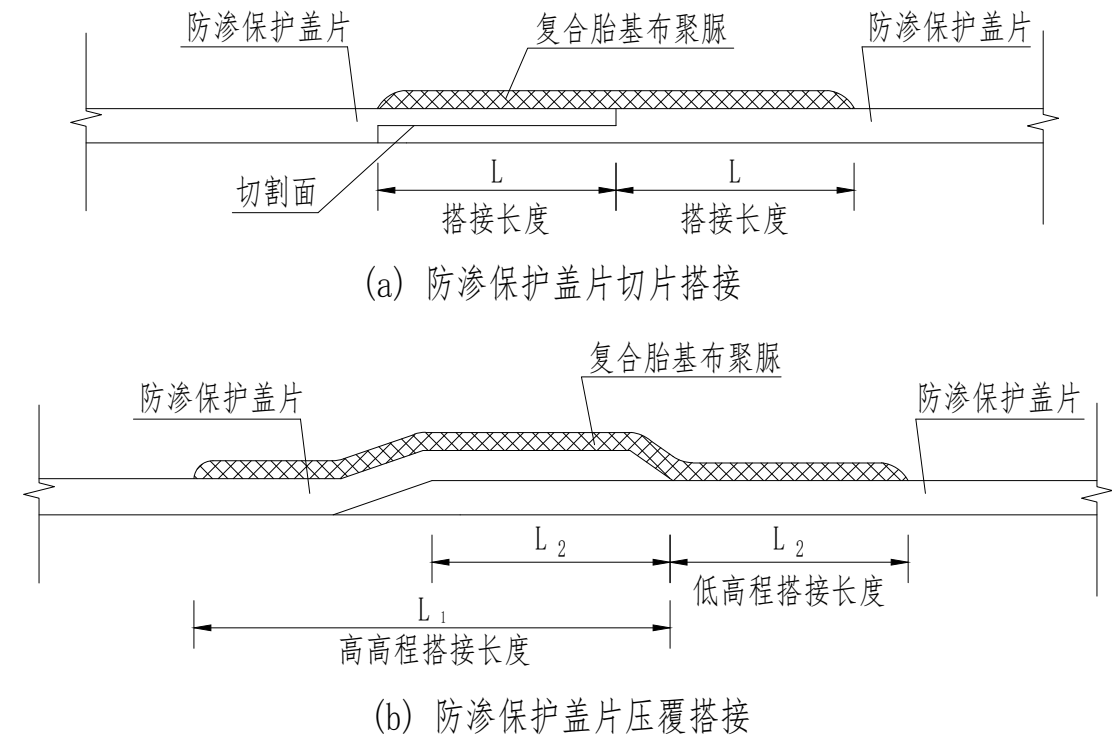


图8.5-2 防渗保护盖片搭接处接缝聚脲涂层封闭示意图

8.6 质量检查与验收

8.6.1 防渗保护盖片、扁钢尺寸控制不应出现负误差。

8.6.2 表层保护盖板锚固螺栓紧固性应抽样检查，每30 m检查一点，扁钢锚压牢固，盖片与基面之间应密封。

8.6.3 防渗保护盖片应采用一看、二按、三剥离的方法检查、评定施工质量。

a) 一看：看施工完毕的防渗保护盖片表面是否平整，有无翘边，盖片的形状是否规整。

b) 二按：检查施工完毕的防渗保护盖片有无气泡或粘贴不密实处，方法是用手按压防渗保护盖片表面无虚空现象。

c) 三剥离：每50 m缝长选取一处，每条缝不小于一处，将防渗保护盖片揭开长度15 cm，检查与基面的粘结情况，粘接面积不小于90 %。

8.6.4 防渗保护盖片接头应抽样检查，连接处的抗拉强度不应小于母材抗拉强度的60 %。

8.7 修复处理

8.7.1 表面防渗保护盖片全面修复应满足表面防渗保护盖片止水设计要求。

8.7.2 表面防渗保护盖片部分修复宜采用原设计结构型式。表层防渗保护盖片修复应在混凝土基层、塑性填料修复完成后进行。

8.7.3 新旧盖片接头可采用硫化或搭接方式处理，搭接接头上可采用复合胎基布刮涂聚脲封闭，搭接长度不小于30 cm，聚脲与基层粘结宽度不小于25 cm。

8.7.4 塑性填料完整、表面防渗保护盖片局部破损长度小于1 m时，可在表面刮涂单组分聚脲封闭，修复处累计涂层厚度不小于5 mm。施工前应沿面板接缝两侧打磨混凝土表面并清洗干净后涂刷界面剂。质量检测满足第9章的要求。

8 表层防渗保护盖片止水图

图集号

审核

校对

设计

页

49

9 表面涂覆型止水图

9.1 基本要求

- 9.1.1 表面涂覆型止水设计应包括构造、材料技术指标、施工技术要求及施工质量检测检测方法等内容。
- 9.1.2 面板接缝缝顶塑性填料的表面可采取聚脲涂覆、防渗保护盖片与聚脲涂覆组合等方式对塑性填料进行保护，表层涂覆聚脲及防渗保护盖片应构成封闭的止水系

- 统，止水布置见图9.1-1~图9.1-3。
- 9.1.3 抽水蓄能库盆面板接缝的表面可采取聚脲涂覆；面板坝接缝的表面可根据水头作用大小采用聚脲涂覆、保护盖片-聚脲涂覆组合等型式。
- 9.1.4 表面聚脲涂覆型止水结构主要包括聚脲、胎基布、界面剂等。

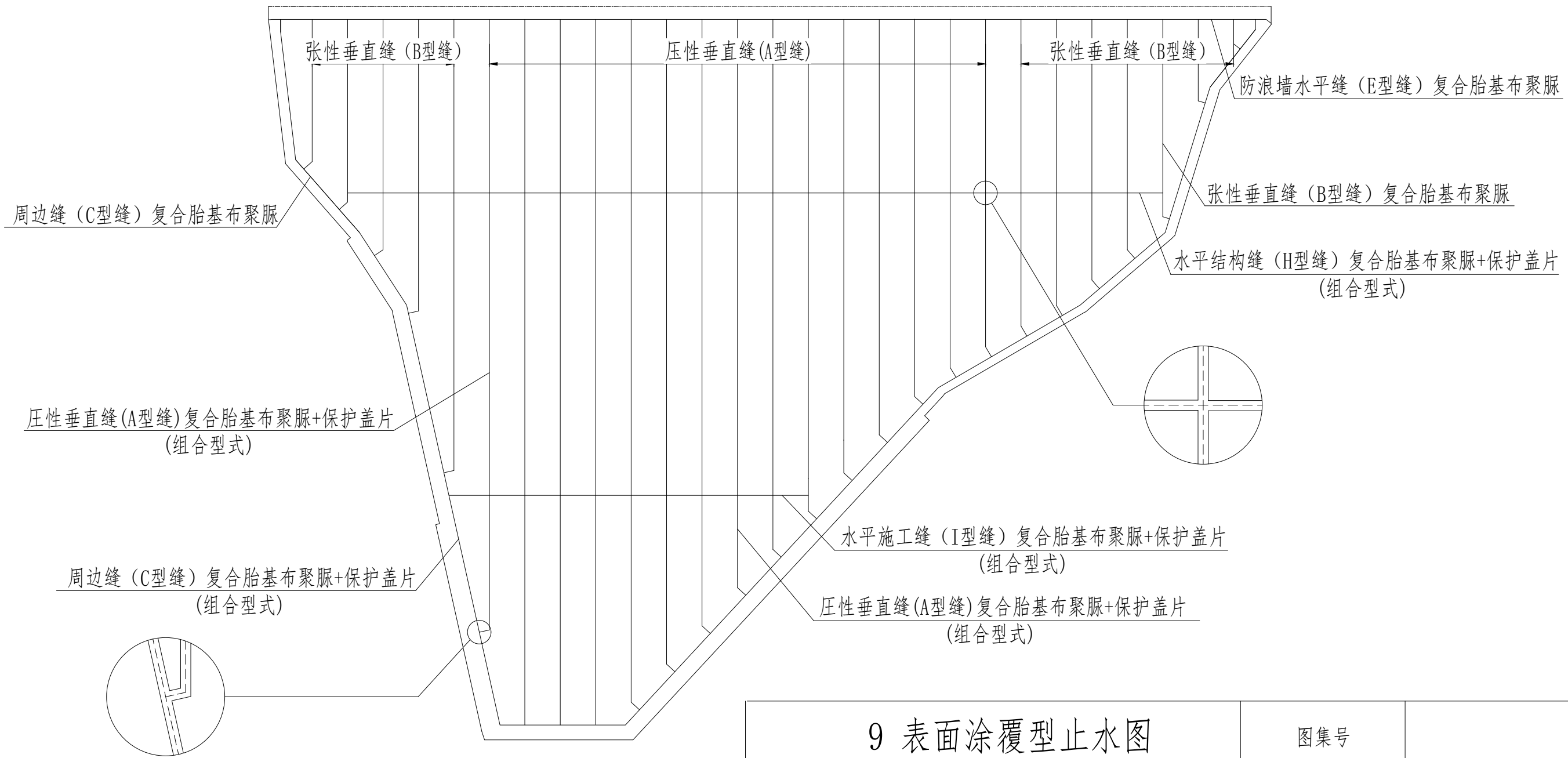
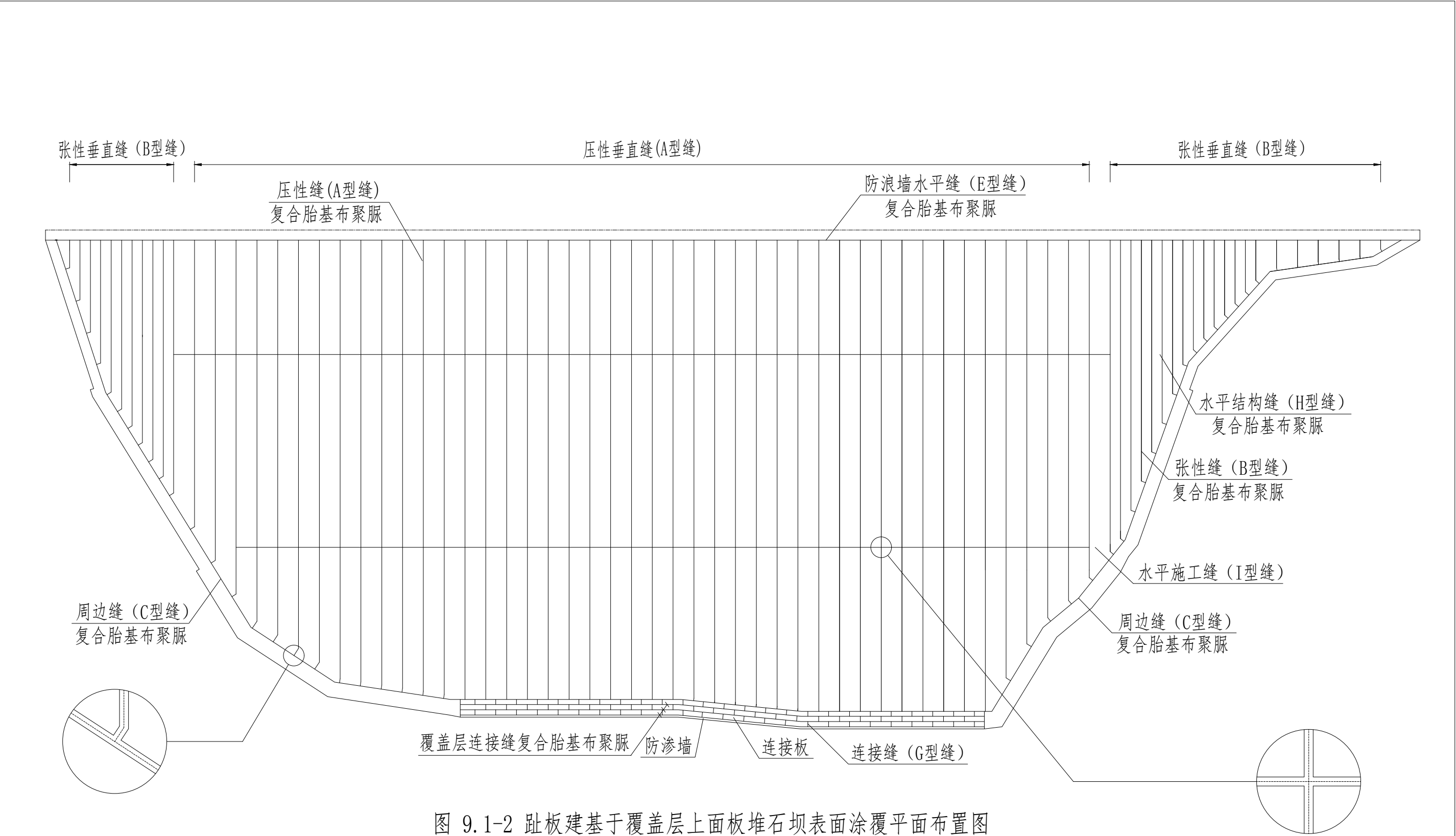


图9.1-1 趾板建基于基岩上面板堆石坝表面涂覆平面布置图

9 表面涂覆型止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	50



9 表面聚脲涂覆图						图集号	
审核		校对		设计		页	51

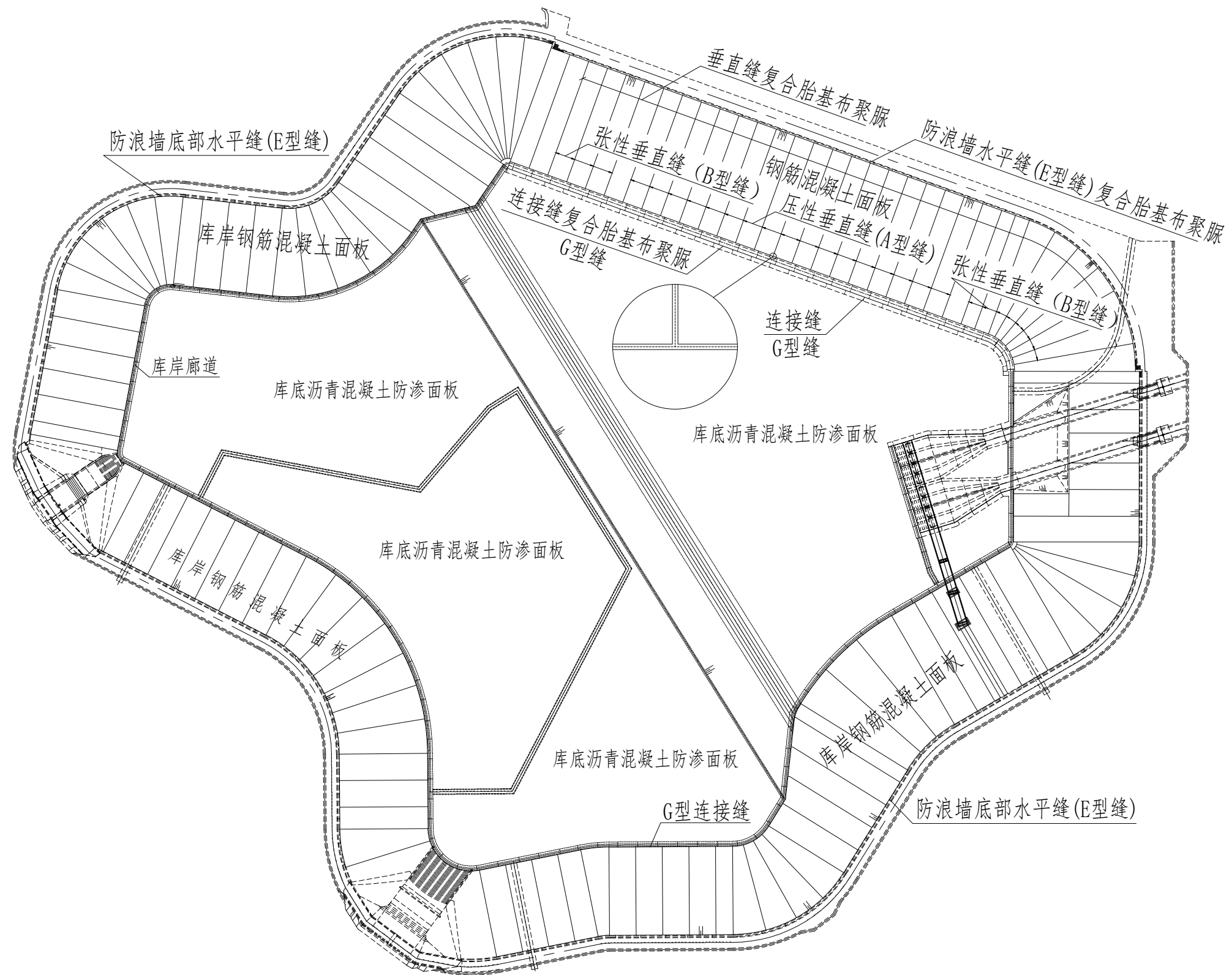


图9.1.2-3 抽水蓄能面板堆石坝表面涂覆平面布置图

9 表面聚脲涂覆图

图集号

审核

校对

设计

页

52

9.2 结构选型

- 9.2.1 面板作用水头 $<50\text{ m}$ 时面板接缝表面可采用聚脲涂覆，结构设计见图9.2-1；水头 $\geq 50\text{ m}$ 面板接缝表面宜采用聚脲涂覆与防渗保护盖片组合型式，结构设计见图9.2-2、图9.2-3；也可以采用经专门论证的结构型式和材料。
- 9.2.2 聚脲涂覆厚度宜为 $4\text{ mm}\sim 6\text{ mm}$ ，内复合一层胎基布；混凝土表面应刮涂用于增强与聚脲涂层之间黏结力的界面剂，聚脲涂层与混凝土之间粘接宽度 L 宜为 $20\text{ cm}\sim 25\text{ cm}$ 。
- 9.2.3 聚脲涂覆方式应能适应表面涂覆止水结构的需要，宜采用刮涂工艺。

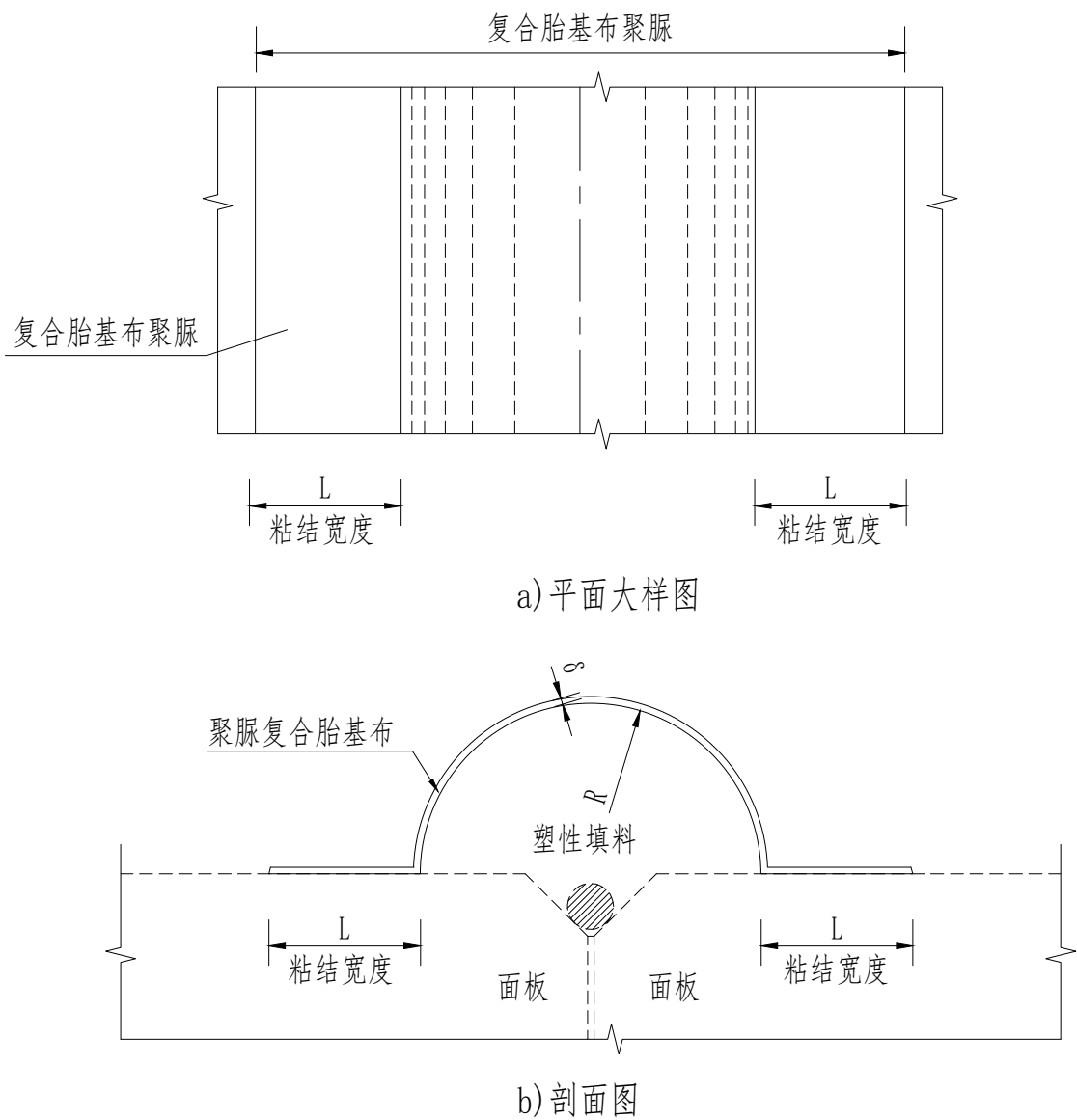


图9.2-1 面板接缝表面聚脲涂覆型图

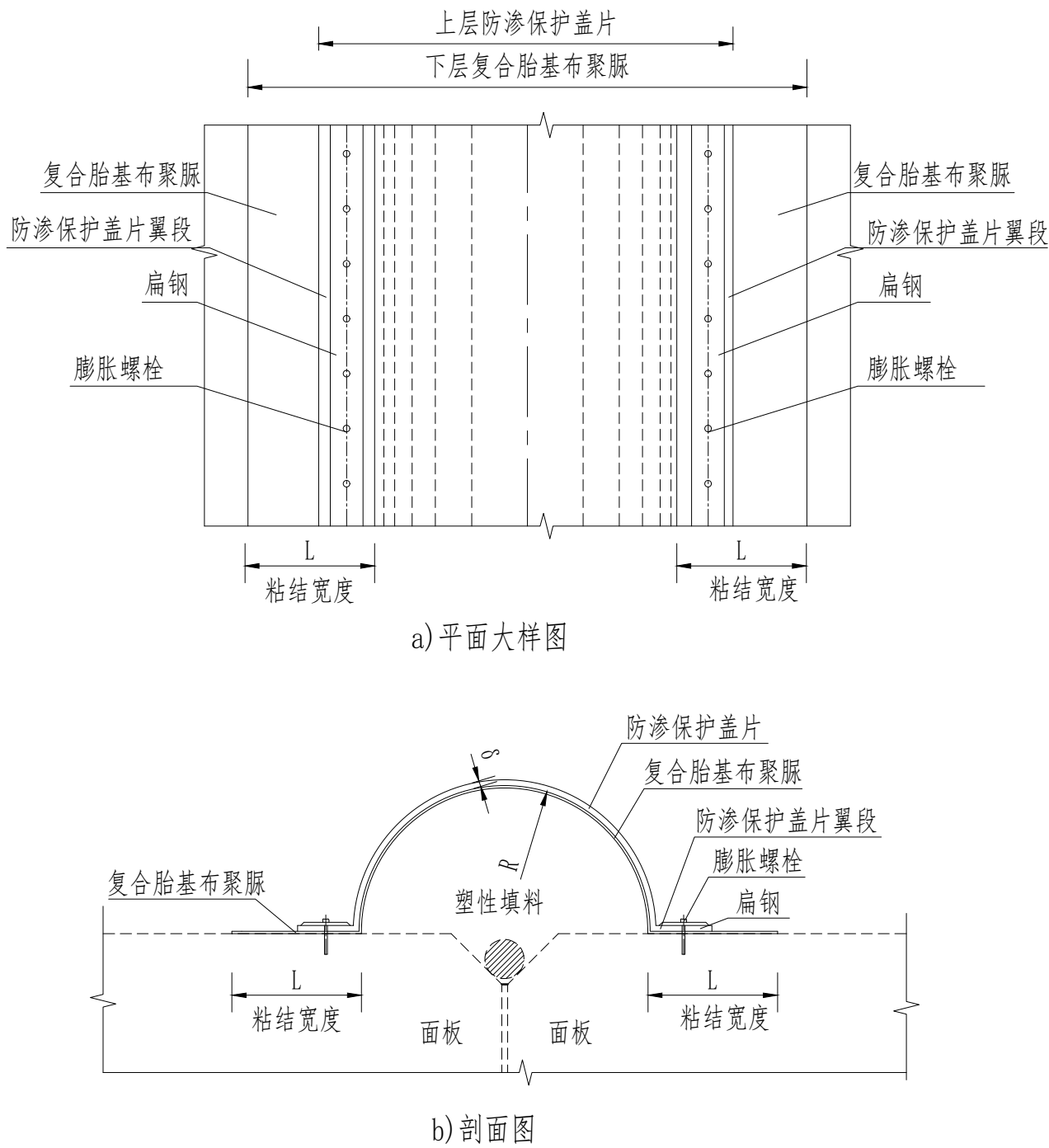
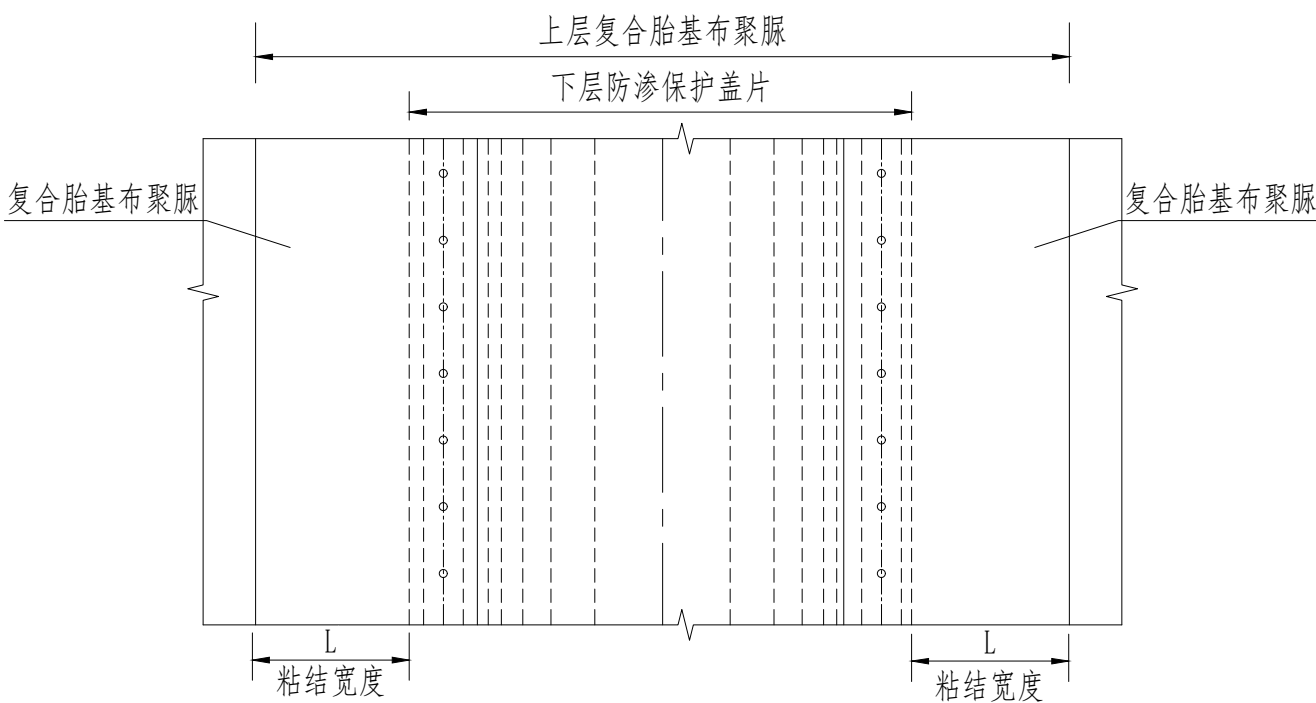
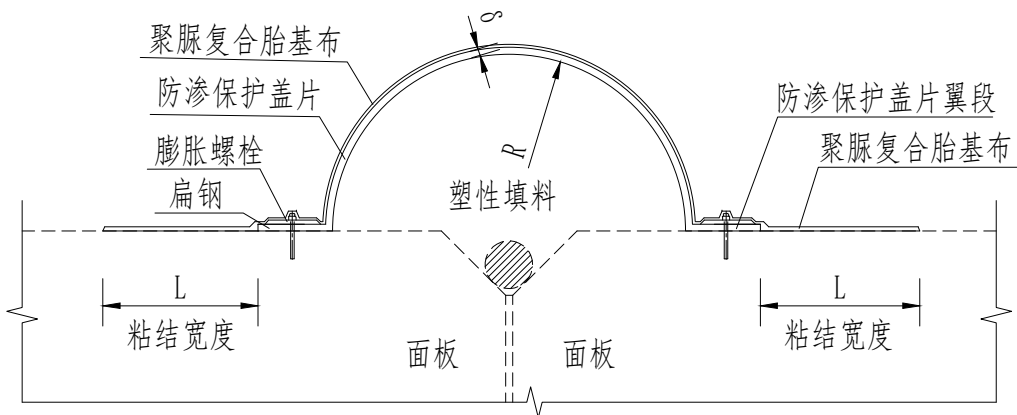


图9.2-2 下部聚脲涂覆与上部防渗保护盖片组合剖面图

9 表面聚脲涂覆图						图集号	
审核		校对		设计		页	53



a) 平面大样图



b) 剖面图

图9.2-3 下部防渗保护盖片与上部聚脲涂覆组合剖面图

9.3 材料选用

- 9.3.1 刮涂聚脲宜采用单组分材料，性能指标应符合表9.3-1的规定；保护盖片性能指标应符合表8.4-1和表8.4-2的规定。
- 9.3.2 胎基布应采用与聚脲变形协调、黏结良好的材料，宜选用聚酯胎基网格布，其性能指标应符合表9.3-2的规定。
- 9.3.3 腻子、界面剂、层间处理剂的性能指标应符合表9.3-3～表9.3-5的规定。

表9.3-1 单组分聚脲材料特性指标

序号	项目		性能要求	试验检测方法
1	固体含量，%		≥98	JC/T 2435
2	黏度，MPa·s		≥3000	GB/T 2794
3	表干时间，h		≤3	GB/T 16777
4	实干时间，h		≤6	
5	拉伸性能	拉伸强度，MPa	≥20	NB/T 11569
		断裂伸长率，%	≤400，≥300	
6	撕裂强度，N/mm		≥60	
7	低温断裂伸长率，%	-45° C	≥50	JC/T 2435
		-35° C	≥150	
8	低温弯折性	-45° C	无裂纹	
9	不透水性		厚2mm,水压0.6MPa 24h不渗漏	NB/T 11569
10	液体原材料异氰酸根(NCO)含量，%		≥7	
11	加热伸长率，%		-1.0~+1.0	
12	吸水率，%		≤2	
13	粘结强度	标准试件条件，MPa	≥2.5或基层破坏	
		高低温浸水循环，MPa	≥2.0或基层破坏	
14	180° 粘结剥离强度	标准试件条件，MPa	≥5.0	GB/T 13477.18
		高低温浸水循环，MPa	≥4.0	

注:耐久性能指标应满足《喷涂聚脲防水涂料》（GBT 23446-2025）中Ⅲ型相关要求。

9 表面聚脲涂覆图

图集号

审核

校对

设计

页

54

表9.3-2 聚酯胎基网格布材料性能要求

序号	项目		性能要求	试验检测方法
1	外观		均匀，无抽丝破损	目测
2	撕裂强度，N	径向	≥200	GB/T 3923.1-2013
		维向	≥150	GB/T 3923.1-2013
3	断裂伸长率，%	径向	≥25	GB/T 3923.1-2013
		维向	≥25	GB/T 3923.1-2013

表9.3-3 腻子材料性能要求

序号	项目		性能要求	试验检测方法
1	固体含量，%		≥90	GB/T 16777
2	粘结强度	干燥基面粘结强度，MPa	≥2.5	GB/T 16777
		浸水后粘结强度保持率，%	≥70	GB/T 16777
3	耐碱性 (浸入饱和氢氧化钙溶液中360h)		无异常(无起泡、无剥落,无裂纹、无颜色改变)	JC/T 2327
4	耐水性		无异常(无起泡、无剥落,无裂纹、无颜色改变)	JC/T 2327
5	表干时间，h		≤4	JC/T 2252
6	实干时间，h		≤24	JC/T 2252

表9.3-4 界面剂材料性能要求

序号	项目	性能要求	试验检测方法
1	固体含量，%	≥98	GB/T 16777
2	表干时间，h	≤4	GB/T 16777
3	粘结强度,MPa	≥2.5	GB/T 16777

表9.3-5 层间处理剂性能要求

序号	项目	性能要求	试验检测方法
1	表干时间，min	≤40	GB/T 16777
2	粘结强度，MPa	≥2.5	GB/T 16777

9.4 施工技术要求

9.4.1 聚脲及其配套产品施工宜避开35℃以上高温及低于5℃的低温时段，应在环境温度大于5℃、相对湿度小于85%，且基层表面温度比露点温度至少高3℃的条件下进行。

9.4.2 面板接缝表面的聚脲刮涂应按以下次序施工：基层清理→刮涂腻子 and 界面剂→刮涂聚脲（复合胎基布）。

9.4.3 混凝土基层的浮浆、灰尘、油污应采用打磨、清洗等手段清除，基层表面应干净、干燥。

9.4.4 在混凝土较大凹坑、孔洞表面缺陷宜采用刮涂腻子 and 界面剂，涂层厚度要求薄而均匀，无漏涂、无堆积；刮涂腻子表干后应尽快刮涂界面剂。

9.4.5 界面剂刮涂完成后，在聚脲施工作业前应采取措施防止灰尘、雨水、溶剂和杂质等污染表面，在界面剂规定的时间间隔即24 h内进行聚脲刮涂施工，超出规定的间隔时间的或表面被污染，应重新刮涂。

9.4.6 聚脲应采用单向均匀多遍刮涂，一次刮涂厚度不宜大于1 mm，一次刮涂后马上黏贴胎基布，再刮涂数次直至达到设计厚度；刮涂数遍可根据刮涂聚脲现场试验厚度确定，后序刮涂应在前一道刮涂表面干燥后进行。

9.4.7 相邻工作面（高低或左右）刮涂聚脲作业面之间的搭接宽度应不小于100 mm，搭接部位第一次刮涂厚度应按斜坡收边。

9 表面聚脲涂覆图						图集号	
审核		校对		设计		页	55

9.4.8 因低温储存导致单组分聚脲凝结时，应采用60 ℃的水浴加热至流动状态后方可使用。聚脲开启后应在3 h内用完。

9.4.9 刮涂聚脲施工时，施工人员进入施工场地工作应穿劳保鞋和工作服，并佩戴防护口罩、乳胶手套等。如遇原料溅入眼内应立即用清水清洗,并及时送医院检查。

9.4.10 施工现场内应备有足够的干粉或液体CO₂灭火器，刮涂聚脲施工过程中不得使用明火。

9.5 质量检查与验收

9.5.1 基层处理质量检验应符合以下规定：

- a) 目测检查，基层应无油污、灰尘、污物、缝、孔洞、蜂窝、麻面等。
- b) 敲击检查，基层应无浮浆、空鼓、松动等缺陷。
- c) 采用2 m靠尺检测处理后的混凝土基面平整度应小于1.5 mm。
- d) 应按桩号、仓号、缝号等进行单元划分，随机抽样检验并标记抽样部位。
- e) 如抽样部位中有30%以上面积不符合规定，应要求抽样所在单元全部进行基层返工处理，返工后重新抽样检验。

9.5.2 底涂剂或界面剂刮涂质量检验应满足以下要求：

- a) 目测检查，底层应连续无间断地覆盖基层，并应平整、无堆积。
- b) 指触检查，底层应固化正常。
- c) 敲击检查，底层应牢固地粘结在基层上。
- d) 应对全部范围的底层进行质量检验，若出现底层间断或未完全覆盖基层，应对底层缺陷部位进行补涂。
- e) 若出现底层固化异常、粘结不牢固等情况，应对不符合质量要求的部分返工，返工后应重新进行底层质量检验。

9.5.3 聚脲涂层质量检查应满足下列要求：

- a) 聚脲涂层应均匀刮涂，涂层厚度应达到设计厚度。
- b) 聚脲刮涂完成7d后，应对施工完成的聚脲涂层进行粘结强度和厚度检测。
- c) 表面聚脲涂层现场质量检验应符合表9.5-1和表9.5-2的规定。

表9.5-1 膩子和界面剂质量检验要求

项目	质量要求	检测频率	检测方法
外观	颜色均匀、平整、无流挂、无漏涂、无针孔、无起泡、无开裂、无异物混入	全部	目测
粘结强度	≥2.5MPa或基层破坏	每1200m ² /检测1组	粘结强度检测按照NB/T 11569-2024附录C的规定进行
涂层厚度	平均厚度应符合设计要求，检测的最小厚度应不小于设计厚度的90%，且厚度小于设计厚度的比例不得超过5%	每100m ² /检测1组	采用超声波检测综合涂层厚度。检测规定见DL/T 5317附录C

表9.5-2 表面防渗聚脲现场质量检验要求

项目	质量要求	检测频率	检测方法
外观	颜色均匀、无流挂、无破损、无针孔、无起泡、无开裂、无异物混入、连续无间断覆盖底层	全部	目测
粘结强度	单组分湿气固化聚脲施工21d后，粘结强度应不小于2.5MPa，或基层发生破坏 ^a	接缝部位：缝长≤100m，每3条缝检测1组；缝长>100m，每条缝检测1组；	粘结强度检测按照NB/T 11569-2024附录C的规定进行
涂层厚度	平均厚度应符合设计要求，检测的最小厚度应不小于设计厚度的90%		用卡尺测量粘结强度检测完后的标准块上留下的深度
^a 基层破坏最深达1.5mm及以上，且拉拔标准块上粘结的混凝土面积不小于30%			

9 表面聚脲涂覆图							图集号	
审核		校对		设计			页	56

9.6 修复处理

- 9.6.1 表面涂覆型止水全面修复应满足表面涂覆型止水设计要求。
- 9.6.2 聚脲涂层有针孔、鼓泡、剥落及损伤等局部缺陷时，修补材料及其与原材料之间黏结性能应满足设计要求。
- 9.6.3 鼓泡、剥落及损伤缺陷处理应满足以下要求：
- a) 缺陷部位边缘外扩展100 mm范围内的涂层应清理至露出基层，并将基层打磨清理干净。
 - b) 缺陷部位聚脲修复与涂层搭接范围应为50 mm~100 mm，搭接范围内的聚脲涂层表面应进行必要的打磨，并清理干净。
 - c) 外露的混凝土基层应刮涂界面剂，搭接范围聚脲涂层表面应刮涂层间处理剂，再刮涂聚脲进行修补。
- 9.6.4 针孔缺陷处理应进行打磨，并清洗干净，采用界面剂和满足设计要求的聚脲刮涂修补。
- 9.6.5 聚脲涂层厚度达不到平均厚度时，应将厚度不满足要求的涂层表面进行必要的打磨，并清洗干净，干燥后刮涂层间处理剂，再刮涂满足设计要求聚脲进行二次施工至设计规定的厚度。
- 9.6.6 修复后聚脲涂层质量检测应满足9.5节的相关要求。

9 表面聚脲涂覆图						图集号	
审核		校对		设计		页	57

10 无黏性填料图

10.1 基本要求

10.1.1 无黏性填料及其相关细部结构设计应包括结构选型、构造要求、材料选用、施工技术要求、质量检查与验收等内容。

10.1.2 混凝土面板堆石坝无黏性填料结构应包括不锈钢保护罩、百折布、无黏性填料、扁钢、膨胀螺栓、防滑支撑片等。

10.1.3 高坝及特高坝的周边缝（C型缝）、周边垂直缝（D型缝）顶部应设置无黏性填料，其平面布置见图10.1-1、图10.1-2。

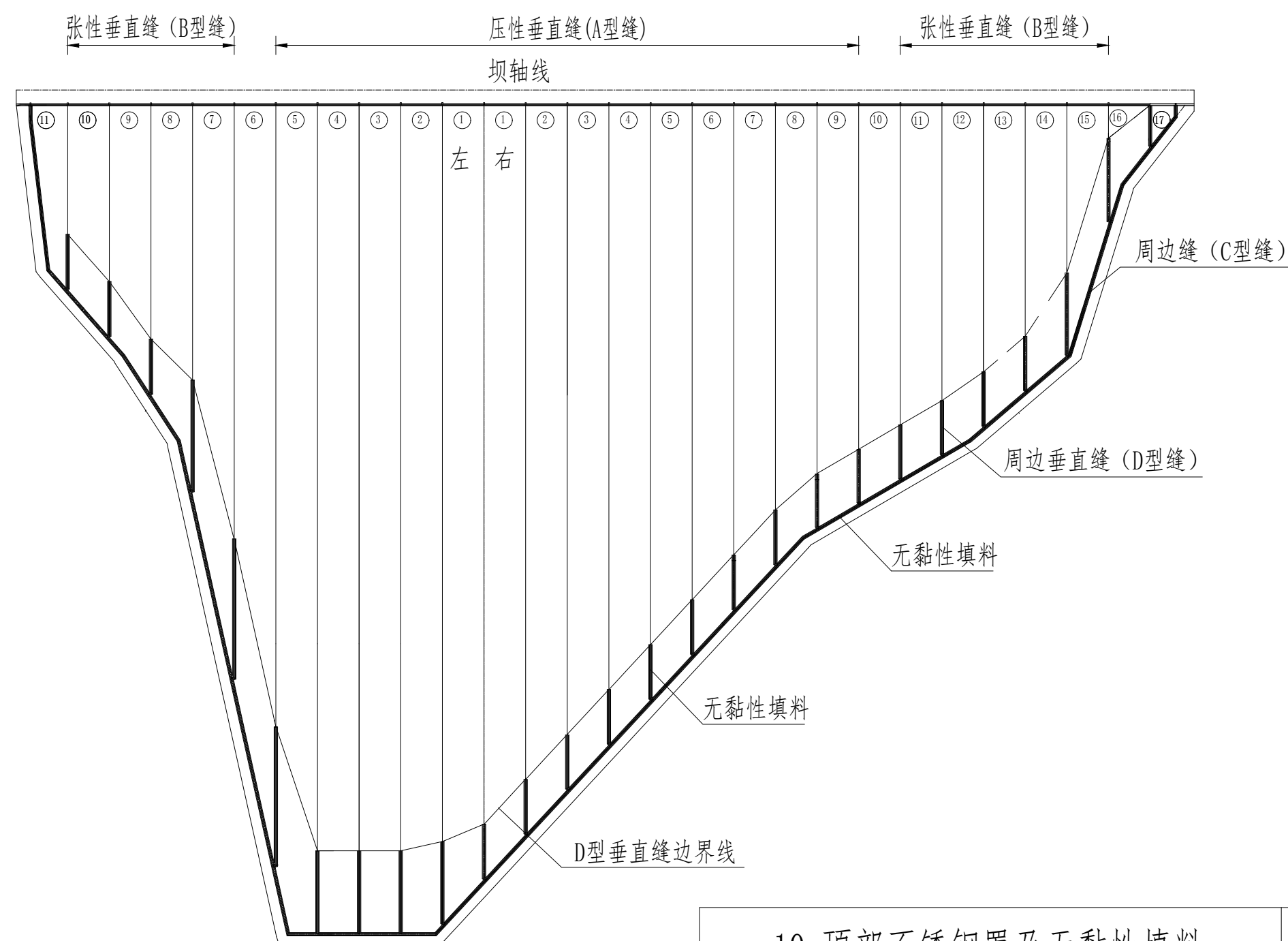


图10.1-1 基岩上面板堆石坝无黏性填料止水平面图

10 顶部不锈钢罩及无黏性填料						图集号	
审核		校对		设计		页	58

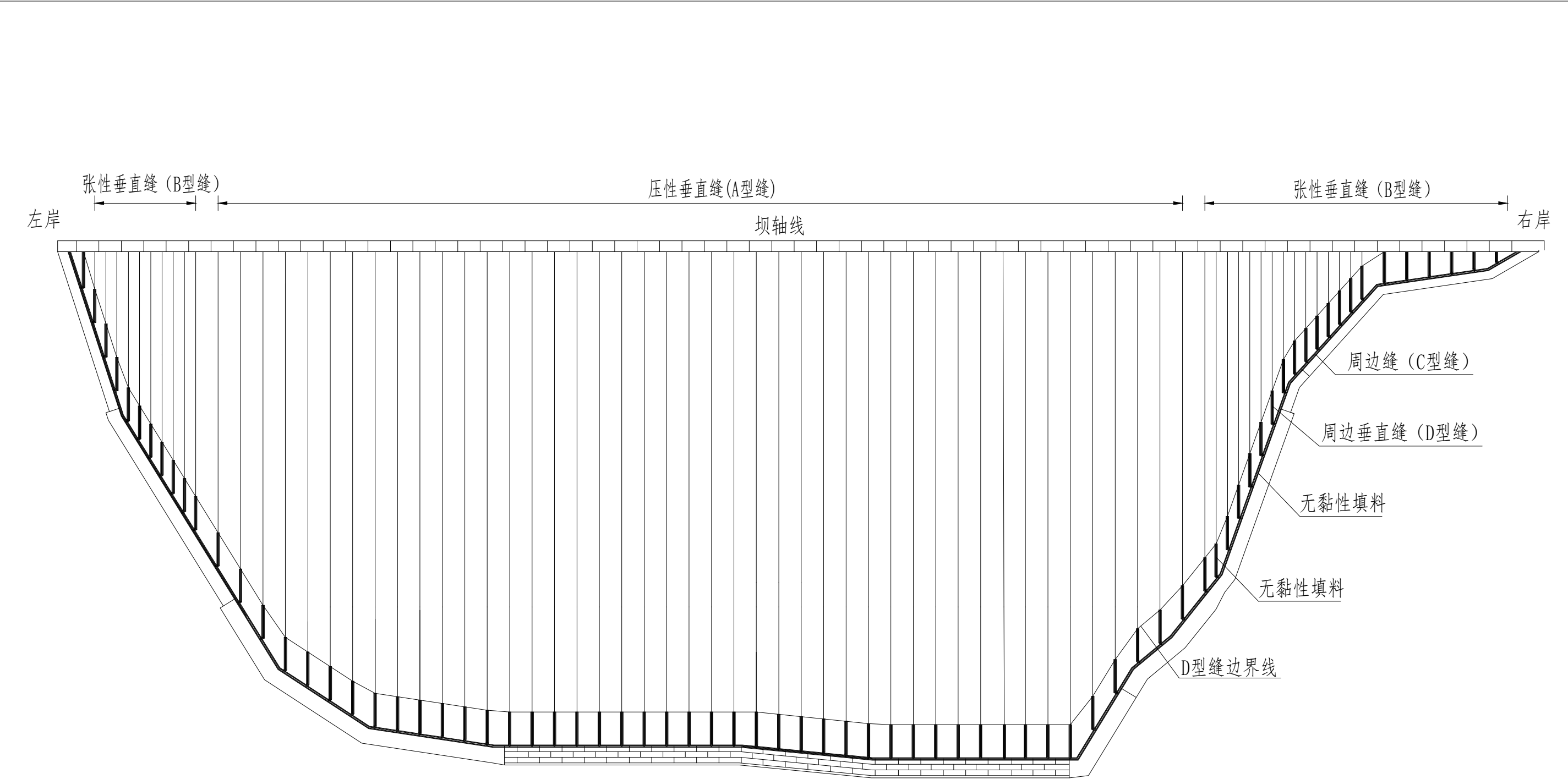
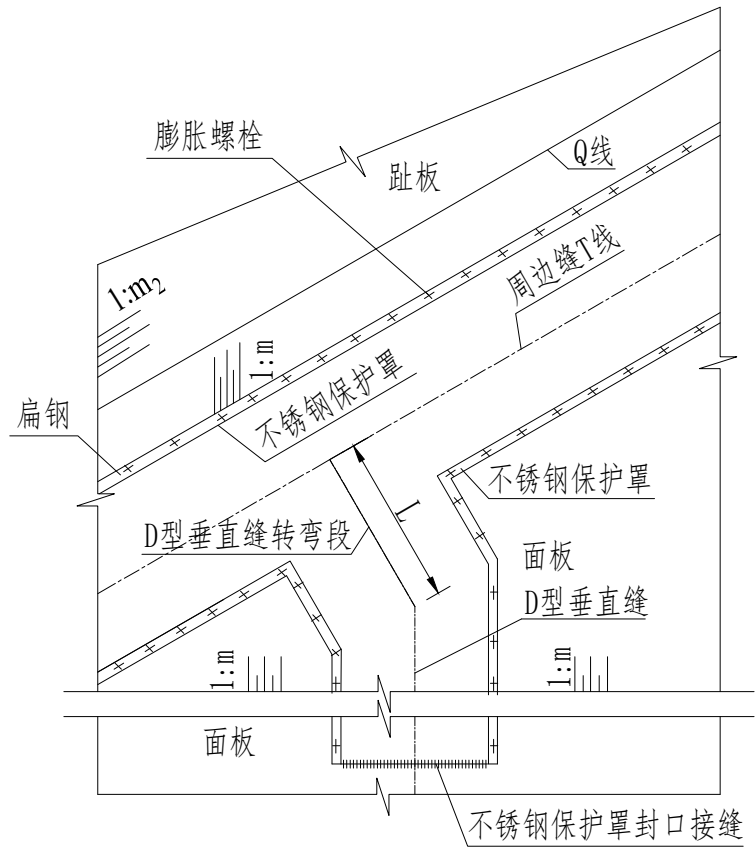


图5.1-2 趾板建基于覆盖层上面板堆石坝无黏性填料止水平面图

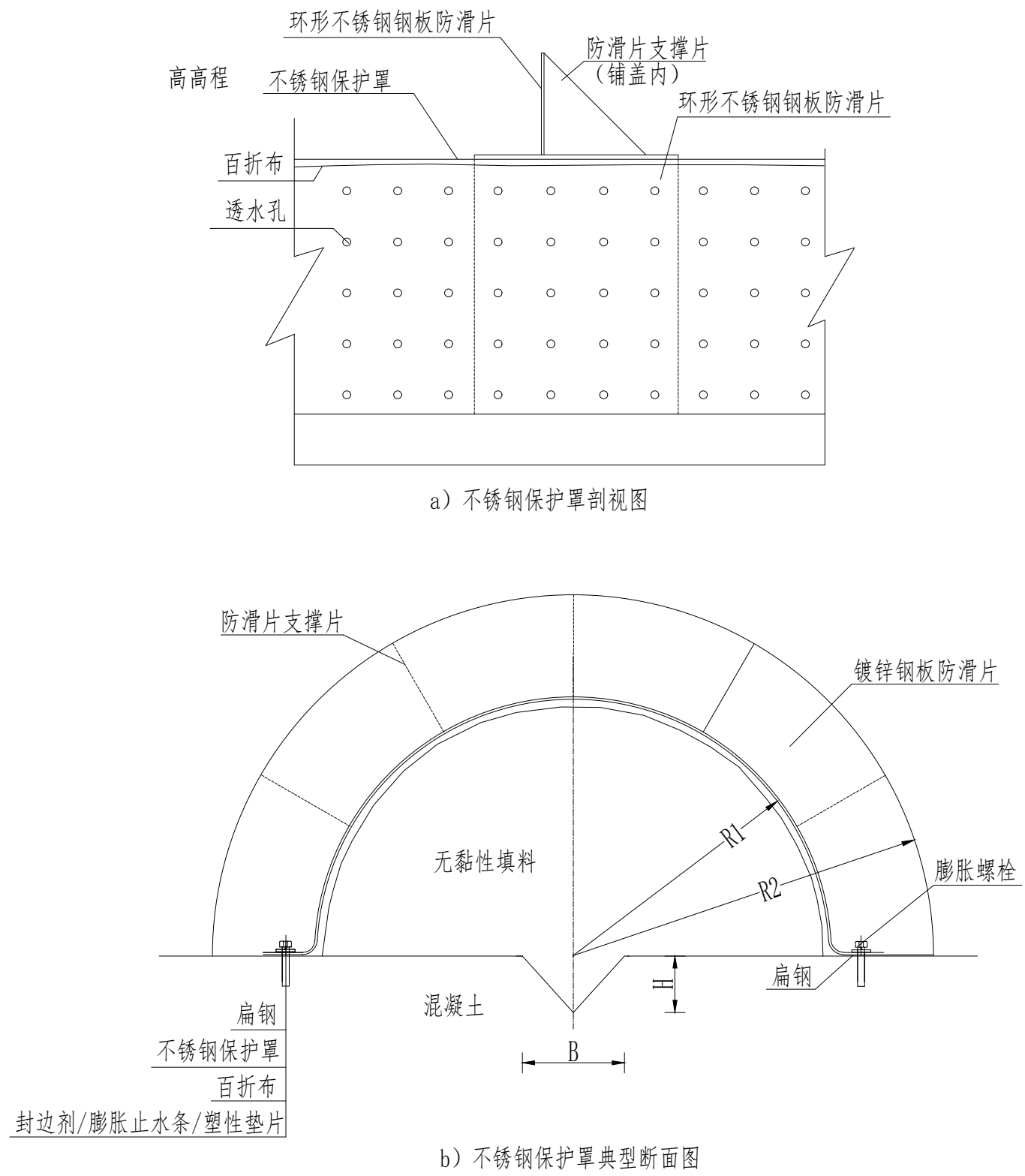
5 总图						图集号	
审核		校对		设计		页	59

10.2 结构选型

- 10.2.1 周边缝(C型缝)、周边垂直缝(D型缝)处不锈钢保护罩、T型接头平面布置见图10.2-1。
- 10.2.2 不锈钢保护罩半径可结合类似工程经验,宜大于塑性填料止水半径20 cm~30 cm。翼段宽度宜为30 cm~40 cm,其结构型式见图10.2-2。
- 10.2.3 不锈钢保护罩展开宽度应根据形状和设计参数计算确定,包括圆弧端、翼段、转角段等。
- 10.2.4 不锈钢保护罩厚度宜为0.7 mm~1 mm,厚度取值宜与相关材料的产品模数一致。
- 10.2.5 百折布应由土工布折叠形成,宜采用 $\geq 300\text{ g/m}^2$ 的土工织物,其结构型式见图10.2-3。
- 10.2.6 百折布展开宽度应由折叠形式计算分析确定,选型宜与相关材料的产品模数一致。
- 10.2.7 对于两岸周边缝上游防渗铺盖至死水位之间需设置辅助防渗材料时,不锈钢保护罩外可设置防滑支撑片,间距宜按3m~5m布置。
- 10.2.8 防滑支撑片内半径与不锈钢保护罩一致,外半径宜大于内半径20cm,其结构型式见图10.2-2。
- 10.2.9 扁钢及膨胀螺栓结构选型应符合7.2的规定,断面设计见图10.2-4。



10.2-1 不锈钢罩T型接头及封口平面图

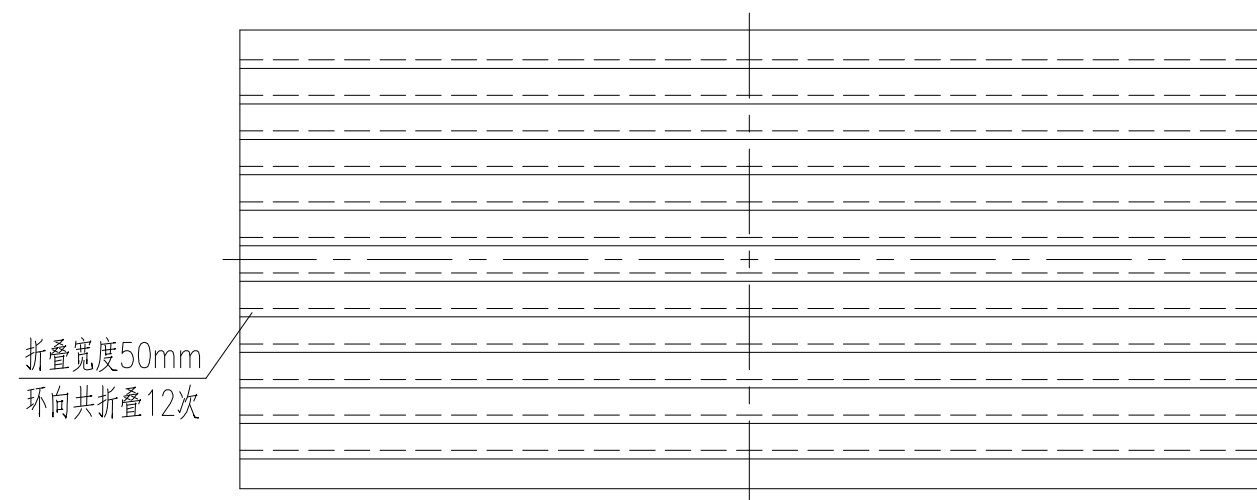


a) 不锈钢保护罩剖视图

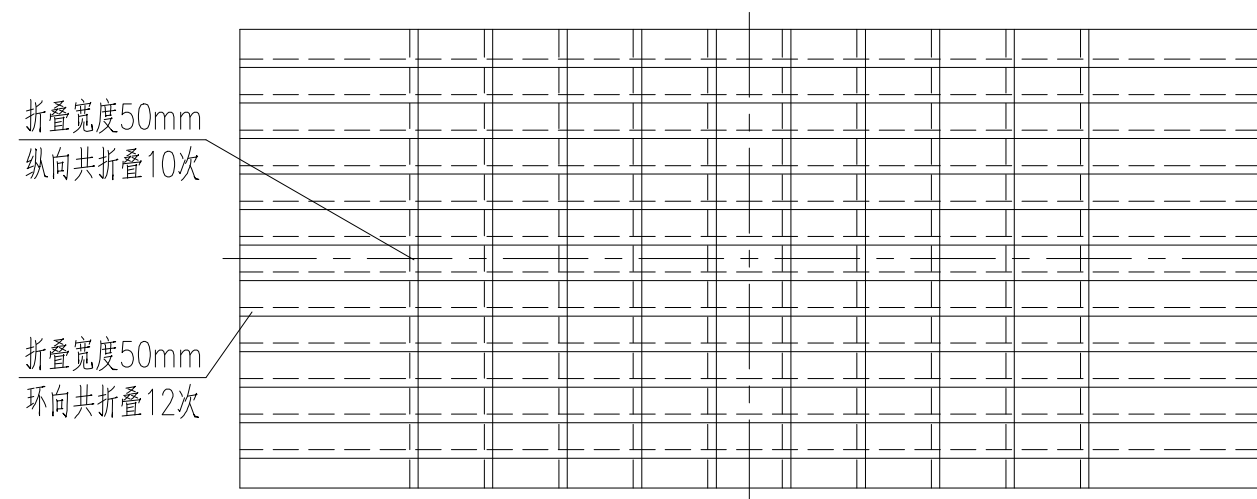
b) 不锈钢保护罩典型断面图

图10.2-2 不锈钢保护罩结构图

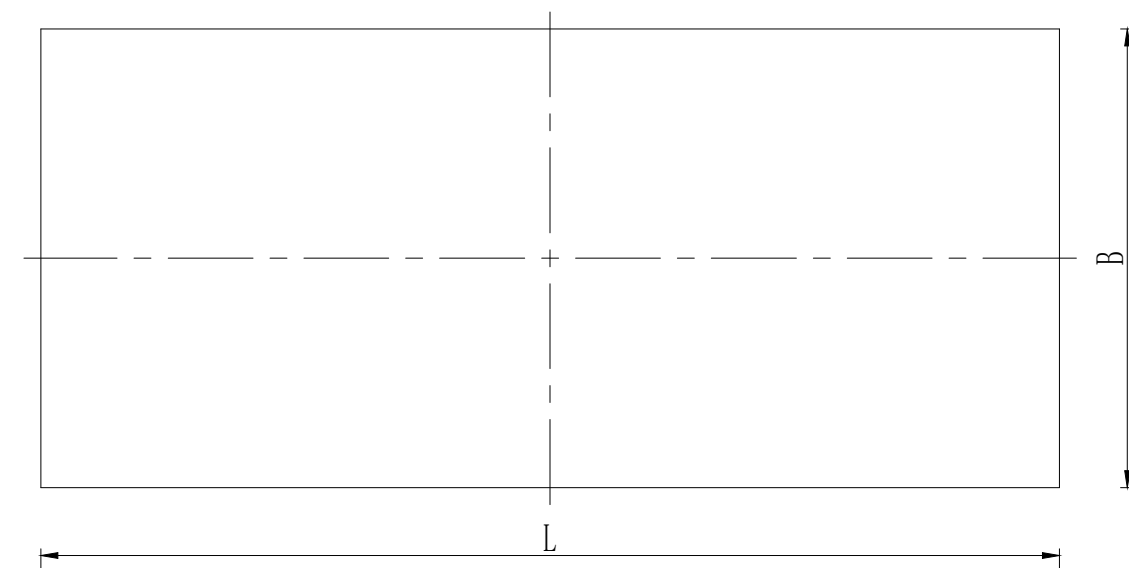
10 顶部不锈钢罩及无黏性填料						图集号	
审核		校对		设计		页	60



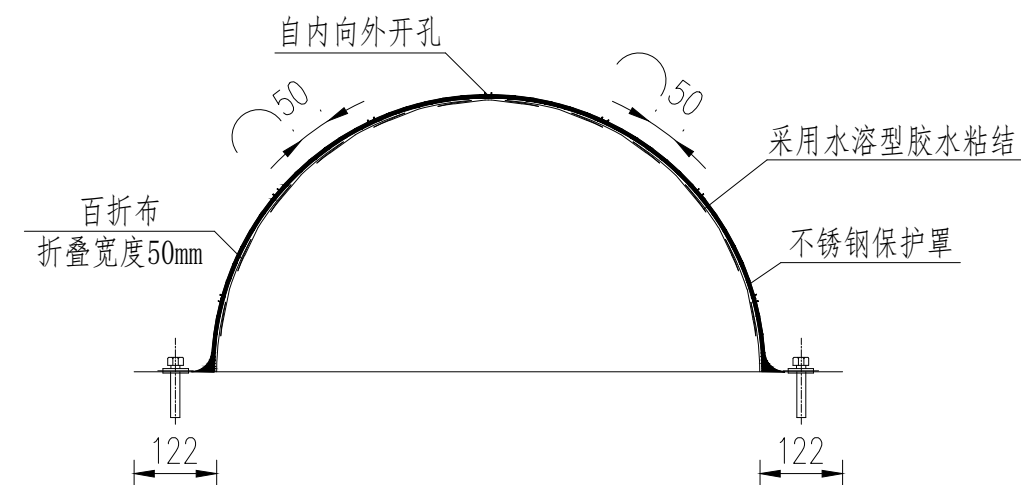
a) 环向折叠及定型平面布置示意图



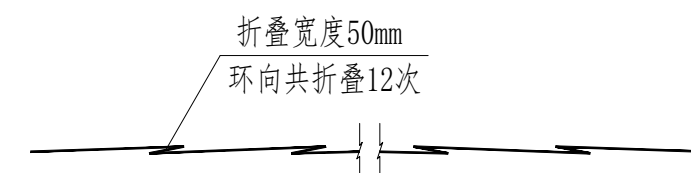
b) 纵向折叠及定型平面布置示意图



c) 土工织物片尺寸示意图



d) 百折布内贴于不锈钢保护罩示意图



e) 环向折叠及定型剖面示意图

图10.2-3 百折布结构布置及折叠方式图

10 顶部不锈钢罩及无黏性填料

图集号

审核

校对

设计

页

61

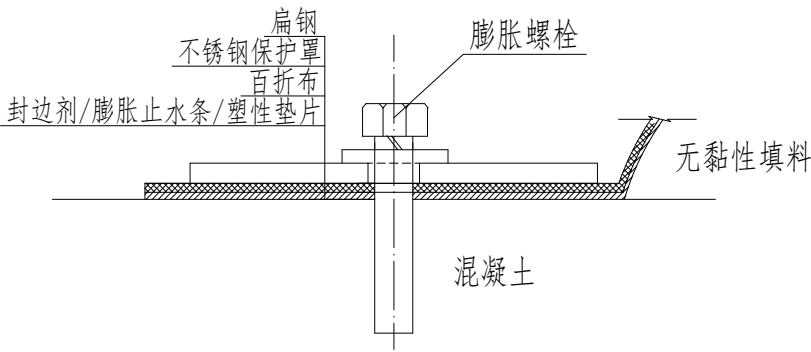


图10.2-4 不锈钢保护罩外螺栓大样图

10.3 构造要求

10.3.1 不锈钢保护罩构造符合下列规定：

- a) 不锈钢保护罩应透水，并保护无黏性填料不被带出；开孔孔径不宜大于5mm，间排距10 cm×10 cm。
- b) 安装不锈钢保护罩前应保证基础混凝土面平整、坚实。
- c) 无黏性填料应填充密实。

10.3.2 百折布构造要求应符合下列规定：

- a) 百折布应内贴于不锈钢保护罩内侧。
- b) 百折布宜选用针刺非织造土工布。
- c) 土工织物在环向和径向通过折叠后，叠合部位采用水溶性胶水进行粘接，形成百折布。
- d) 每片百折布纵向搭接中，高高程的百折应布置于低高程百折布的内侧，搭接长度不宜小于20 cm~30 cm。

10.3.3 扁钢压条及膨胀螺栓构造要求应满足7.2节要求。

10.3.4 无黏性填料构造应满足下列要求：

- a) 无黏性填料宜采用粉煤灰或粉细砂。粉煤灰宜不低于III级灰。
- b) 无黏性填料与垫层料应满足反滤准则。

10.4 材料选用

10.4.1 不锈钢保护罩材质应采用304不锈钢。

10.4.2 防滑支撑片材质可采用镀锌钢板。

10.4.3 土工布材料性能应符合表10.4-1的规定。

10.4.4 扁钢、膨胀螺栓材质应采用304不锈钢。

表10.4-1 土工布材料性能指标

序号	项目	性能指标
1	纵横向断裂强度，kN/m	5
2	标称断裂强度对应伸长率/%	20~100
3	顶破强力/kN	1
4	单位面积质量偏差率/%	±5
5	幅宽偏差率/%	-0.5
6	幅宽偏差率	±10
7	等效孔径090（095），mm	0.07~0.20
8	纵横向撕破强力，kN/m	0.15
9	抗酸碱性能（强力保持率）% ≥	80
10	抗氧化性能（强力保持率）% ≥	80
11	抗紫外线性能（强力保持率）% ≥	80

10 顶部不锈钢罩及无黏性填料						图集号	
审核		校对		设计		页	62

10.5 质量检查与验收

10.5.1 无黏性填料的质量检查项目和质量要求应满足表10.5-1的要求。

表10.5-1 无黏性填料的质量检查项目和质量要求

项目	质量要求	允许偏差
保护罩规格	材质、材料规格、外形尺寸符合设计要求	保护罩位置误差≤30mm
保护罩安装	螺栓的种类、规格、间距符合设计要求，安装牢固，与混凝土接触面密封	螺栓孔距误差≤50mm， 螺栓孔深误差≤5mm
百折布制作及安装	土工布材料符合设计要求，不允许出现重缺陷，轻缺陷每200m ² 应不超过5个；百折布外形尺寸符合设计要求，安装紧贴不锈钢保护罩内侧	宽度误差≤3 cm
无黏性填料充填	填料品种、粒径符合设计要求	

10 顶部不锈钢罩及无黏性填料						图集号	
审核		校对		设计		页	63

11 缝面结构图

11.1 基本要求

11.1.1 缝面结构设计应包括缝宽、填缝材料、材料技术指标、施工技术要求及施工质量检测检测方法等内容。

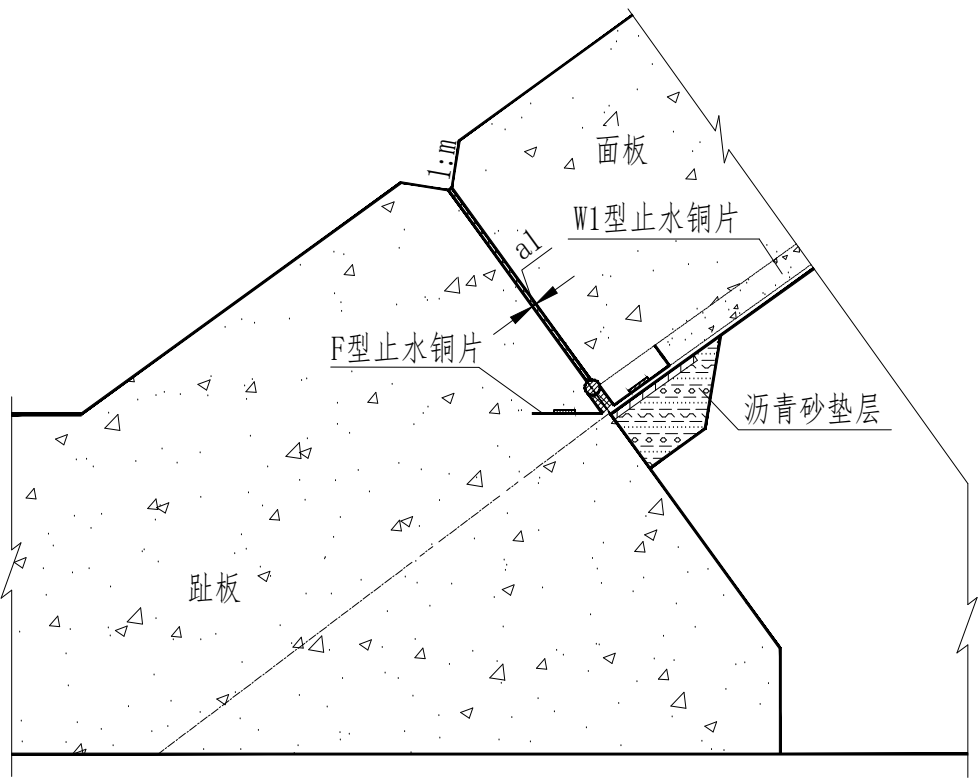
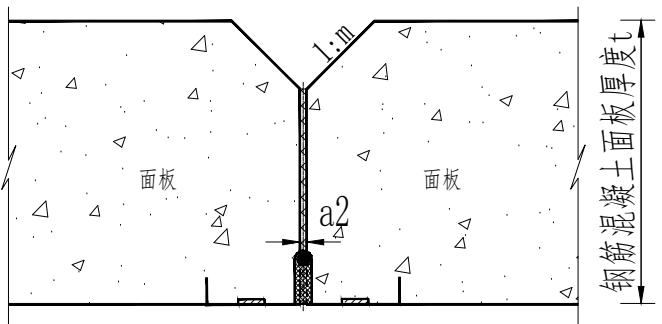
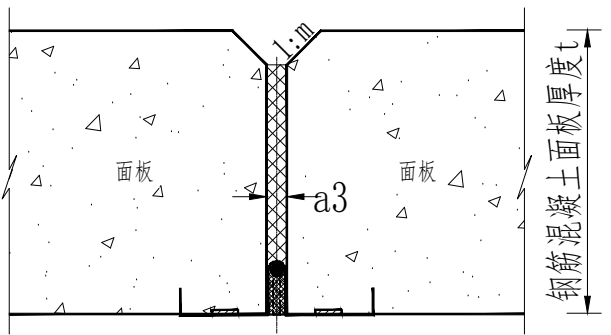
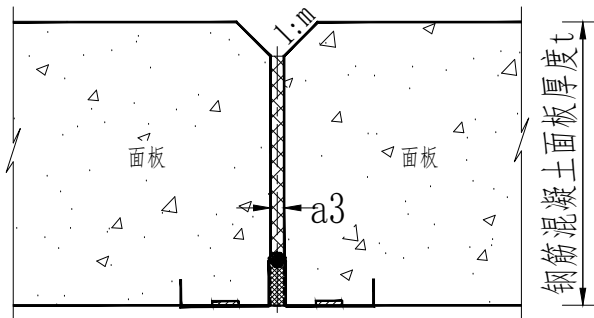
11.1.2 面板、趾板和防浪墙之间的接缝应结合工程类比或者大坝计算研究成果，设置合理的缝宽和缝面填充材料。

11.2 缝面结构选型

面板堆石坝接缝宽度和接缝材料可结合表11.2-1选择设计值，同时结合大坝面板接缝变形计算研究成果和工程类比最终确定。典型接缝缝面构造见图11.2-1~图11.2-6。

表11.2-1面板接缝缝面结构构造

作用水头	周边缝(C型缝)		张性缝垂直缝(B型缝)		压性垂直缝(A型缝) 柔性垂直缝(A1型缝)	
	缝宽 a_1 (mm)	缝面填充材料	缝宽 a_2 (mm)	缝面填充材料	缝宽 a_3 (mm)	缝面填充材料
$H \geq 200$	12~25	橡胶板/沥青木板	2	沥青	12~30	橡胶板/沥青木板
			12	橡胶板/沥青木板		
$200 > H \geq 100$	12	橡胶板/沥青木板	3	沥青	12	橡胶板/沥青木板
			12	橡胶板/沥青木板		
$H < 100$	12	橡胶板/沥青木板	3	沥青	12	橡胶板/沥青木板



11 缝面结构图

图集号

审核

校对

设计

页

64

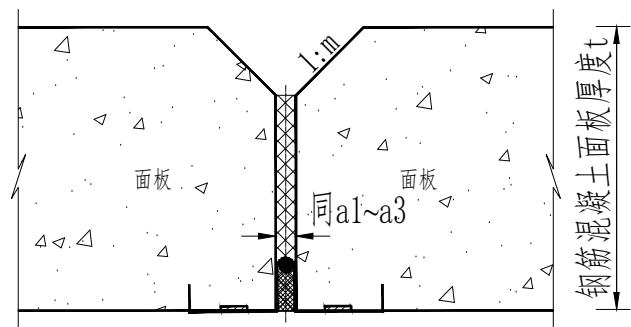


图11.2-5 周边垂直缝(D型缝)缝面结构图

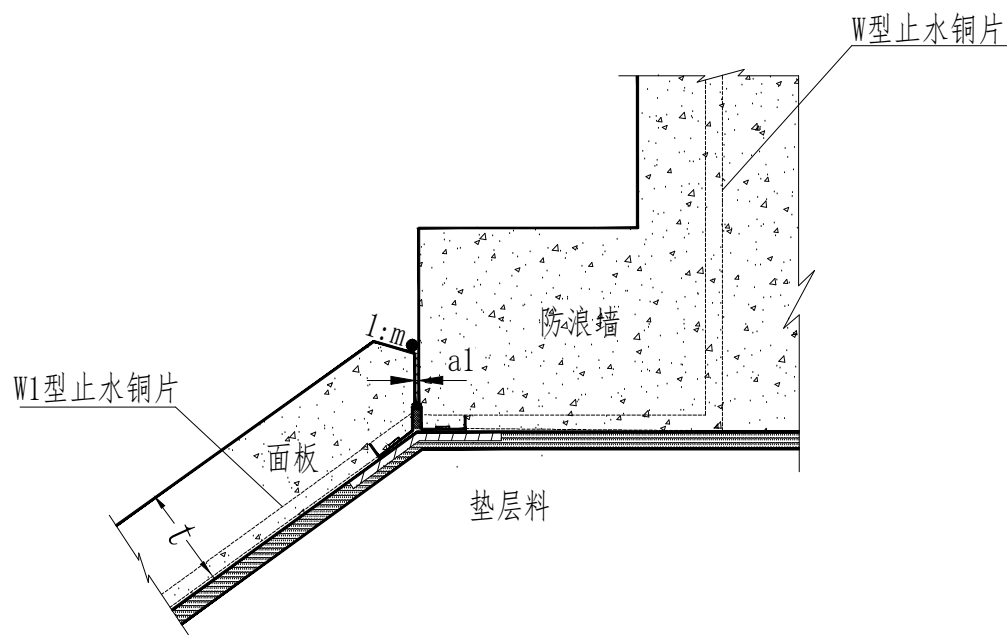


图11.2-6 面板与防浪墙水平缝(E型缝)缝面结构图

11.3 构造要求

- 11.3.1 周边缝铜止水片鼻宽大于缝宽时，宜在缝底局部加大缝的宽度，缝内部应设置抗挤压板，抗挤压板宜固定在混凝土趾板上。
- 11.3.2 高坝宜设置柔性垂直缝，缝宽可为12 mm~30 mm，缝内应设置抗挤压板。特高坝柔性垂直缝设置条数、缝宽、缝内填充材料应进行专门研究。其他垂直缝缝面应涂刷薄层沥青乳剂或其他防粘结材料。
- 11.3.3 岩基上的趾板宜按开挖后的地形或地质条件设置必要的伸缩缝，伸缩缝和面板的垂直缝应错开。伸缩缝内不宜设填充料，缝面涂刷薄层沥青乳剂或其他防粘结材料。缝内应设止水，并与周边缝的止水片和基岩构成封闭止水系统。

11.4 材料选用

- 11.4.1 用于压性垂直缝、周边缝防止面板挤压破坏材料应具有耐老化性能，可用橡胶板或沥青浸渍木板(补充木板模量)。
- 11.4.2 采用橡胶板作为抗挤压板时，其物理性能应符合 GB 18173.2 中J型指标的有关规定，热空气老化应为必检项目(补充表)。

11.5 施工技术要求

- 11.5.1 在I序面板混凝土拆模后，抗挤压板需粘贴在缝面上。在粘贴抗挤压板前，应清除面板接缝面上的杂物和浮渣，保证缝面平直、干净。
- 11.5.2 承包人应根据缝面的抗挤压板型式向厂家定制或现场加工，嵌缝材料应满铺封边缝面，拼接部位紧密，不得有空隙，若填缝材料内嵌有混凝土等杂物，应将混凝土清理干净，缺损部位用塑料板补全。
- 11.5.3 施工表层止水前，应仔细对面板接缝进行检查，对跨缝多余混凝土进行清理，确保接缝之间的抗挤压板露出，防止缝间混凝土传力对面板产生挤压破坏。

11.6 质量检查与验收

- 11.6.1 抗挤压板加工成型后，应进行外观检查，确认符合质量要求后再进行安装。
- 11.6.2 抗挤压板制作及安装的检查项目、质量标准及检验方法应符合表11.6-1和11.6-2规定。

表11.6-1 抗挤压板安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	
安装偏差	中心线与设计线偏差	-5~+5	-5~+5

表11.6-2 抗挤压板接触缝面的施工质量检查项目和质量要求

项目	质量要求	检测方法	检测数量
混凝土基面处理	表面必须平整、密实，洁净、干燥，不得有露筋、蜂窝、麻面、起皮、起砂和松动等缺陷。	目测	全部
粘结剂涂刷	粘结剂涂刷均匀、平整、不得漏涂。粘结剂涂刷后，应防止灰尘、杂物污染。	目测	全部

11 缝面结构图

图集号

审核

校对

设计

页

65

12 特殊条件下接缝止水图

12.1 基本要求

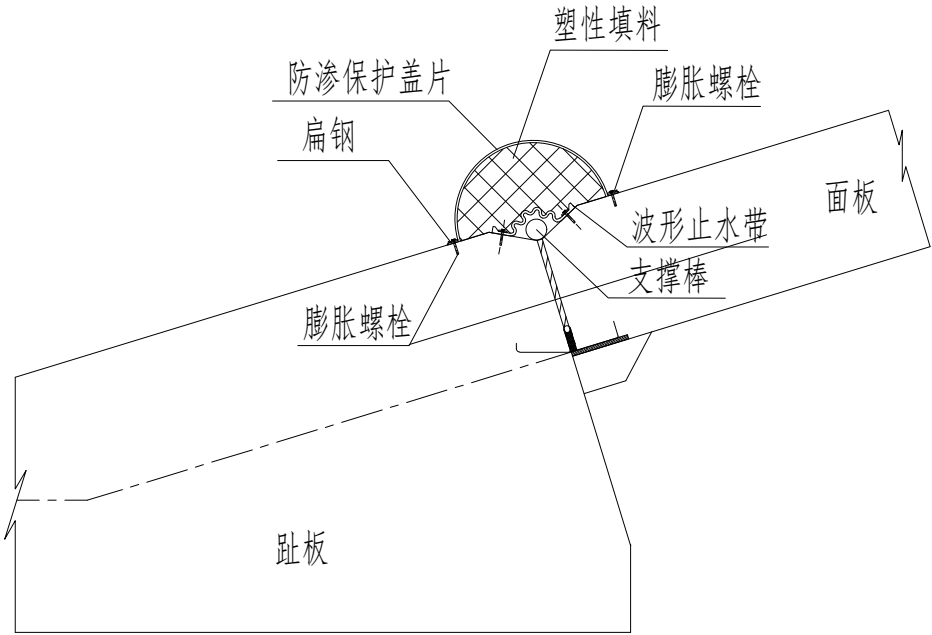
- 12.1.1 特殊条件可分为严寒环境、高温强紫外线、高地震烈度等；特殊条件下，应对面板接缝表层止水构造要求、材料选用、施工技术要求、质量检查与验收等进行针对性设计。
- 12.1.2 严寒环境下，表层止水结构应满足极端环境下止水安全运行的要求。在工程极端环境温度下应具有符合设计要求的延伸率 and 三向变形能力。
- 12.1.3 为防止冰拔、冰推、冰盖塌滑等不利作用对止水结构造成破坏，严寒环境下的表层止水结构可增加涂覆型表层止水或可采用涂覆型表层止水结构。
- 12.1.4 严寒环境下，塑性填料、防渗保护盖片及支撑棒材料应满足极端环境下的止水安全运行的要求。
- 12.1.5 严寒环境下的抽水蓄能电站，水位变幅大、水位涨落频繁，面板接缝塑性填料凸起高度不宜过高，并尽量扁平。
- 12.1.6 高温强紫外线条件下，表层止水材料应具有良好的耐候性能；在高温不流坠、组分不迁移，在强紫外线下不发生龟裂、粉化等现象。
- 12.1.7 高地震烈度条件下，止水结构应具有适应面板接缝三向大位移和抗挤压的能力，止水材料不应与结合面或粘结面脱开，必要时可研究采用针对性的止水结构型式。

12.2 构造要求

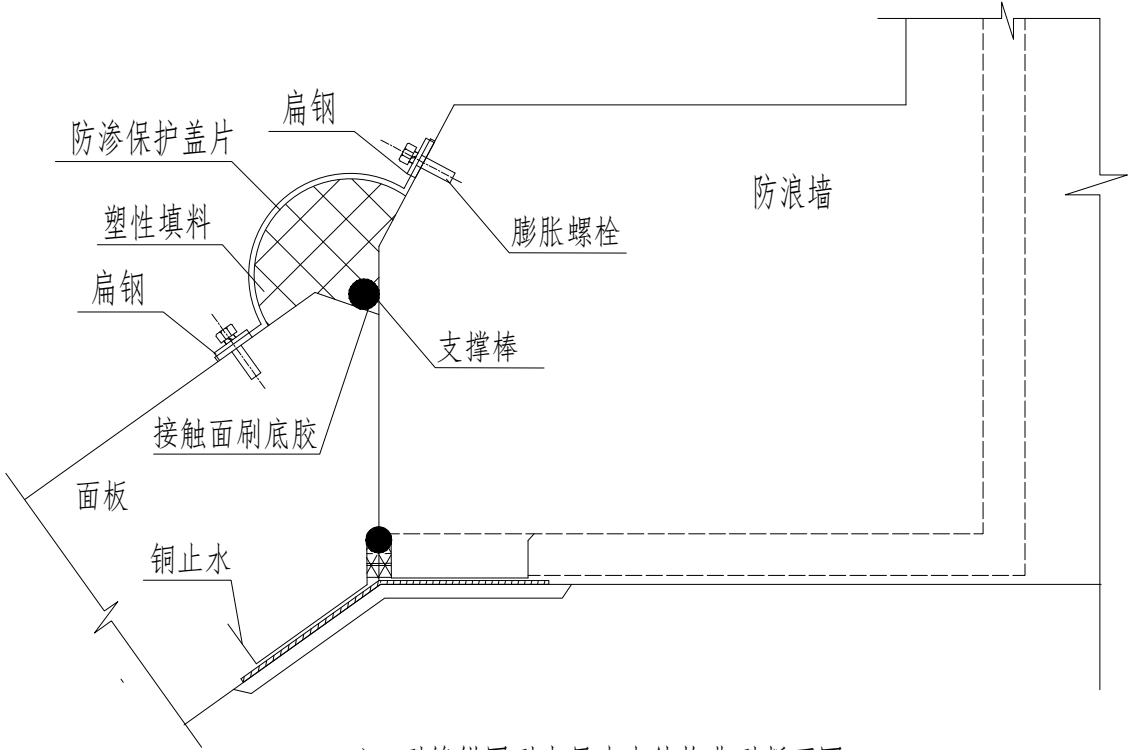
12.2.1 严寒环境下表层止水结构设计应满足下列要求：

- a) 锚固型表层止水结构应采用沉头螺栓和扁钢固定保护盖片，在混凝土内埋设带内外牙的螺母，用沉头螺杆拧紧，拧紧后其表面与面板、趾板表面齐平；在水位变动区表面应增加防冰措施，螺栓拧紧后，应用封边剂进行封边。
- b) 涂覆型表层止水结构，宜根据运行环境选择适宜的断面型式和V型槽体形，减少冰推力、冰拔等不利作用影响；保护盖片的厚度及其与混凝土之间的接触宽度宜适当加强。

- 12.2.2 严寒环境下的抽水蓄能电站，当面板垂直缝塑性填料面积较少时，可采用可压缩型表层止水结构，以减少冰推挤压对表层止水结构的破坏。
- 12.2.3 除低坝外，地震设计烈度Ⅷ度及以上的大坝，压性缝应设置为柔性垂直缝，缝宽可为12 mm~20 mm，面板受力较大的部位缝内抗挤压板应进行加厚设计，特高坝的缝内材料和厚度应专门研究确定；对地震工况下可能受压的张性垂直缝也应研究设置抗挤压措施。
- 12.2.4 锚固型表层止水结构典型断面见图12.2-1，涂覆型表层止水典型断面见图12.2-2，特殊的表层止水结构典型断面图见图12.2-3。

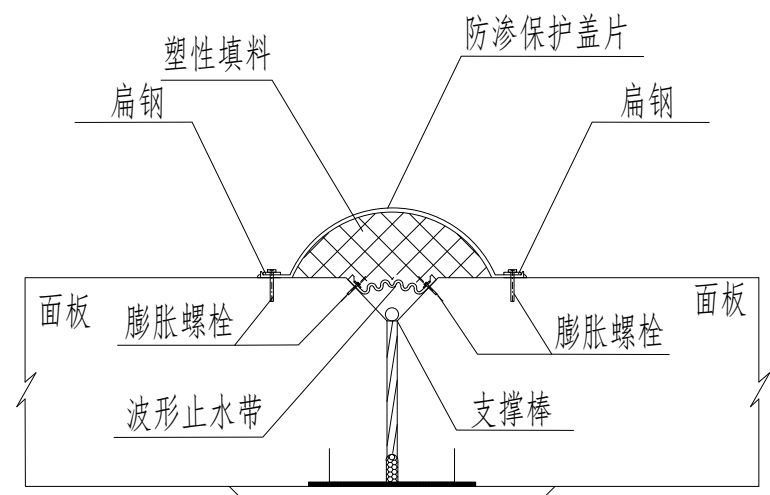


a) C型缝锚固型表层止水结构典型断面图

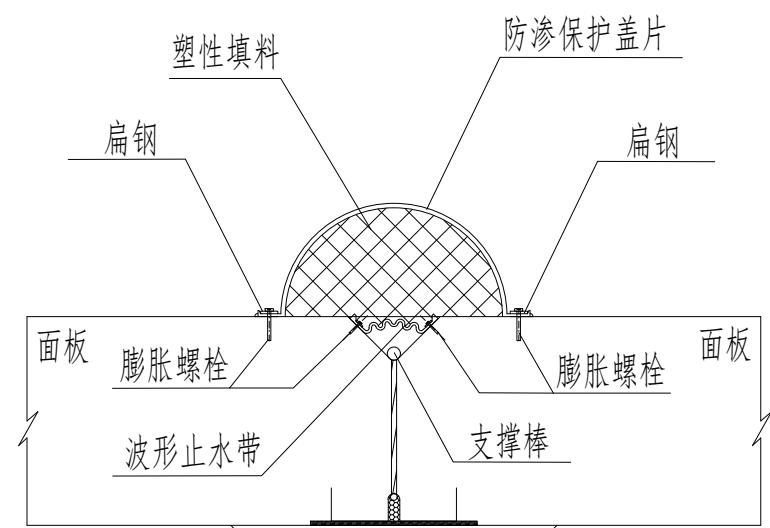


b) E型缝锚固型表层止水结构典型断面图

12 特殊条件下接缝止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	66

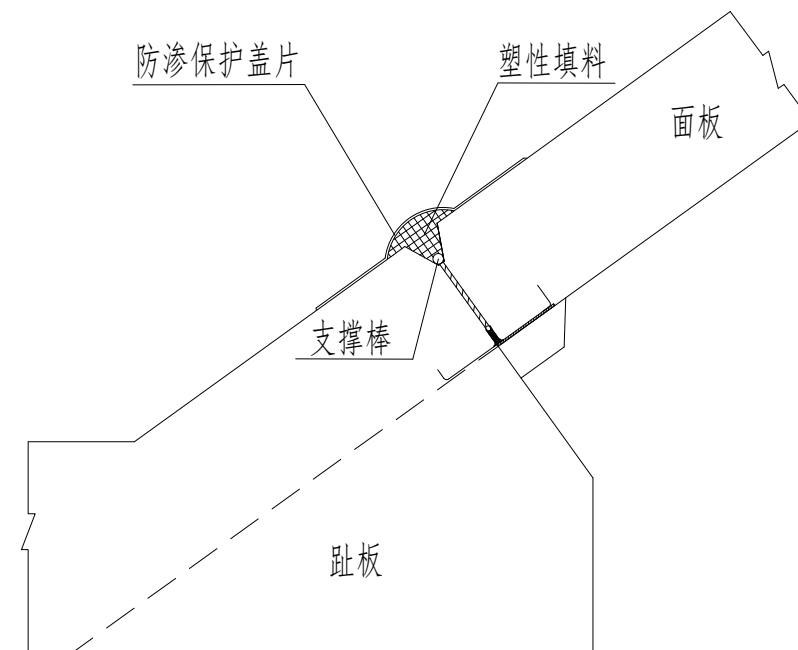


c) A型缝锚固型表层止水结构典型断面图

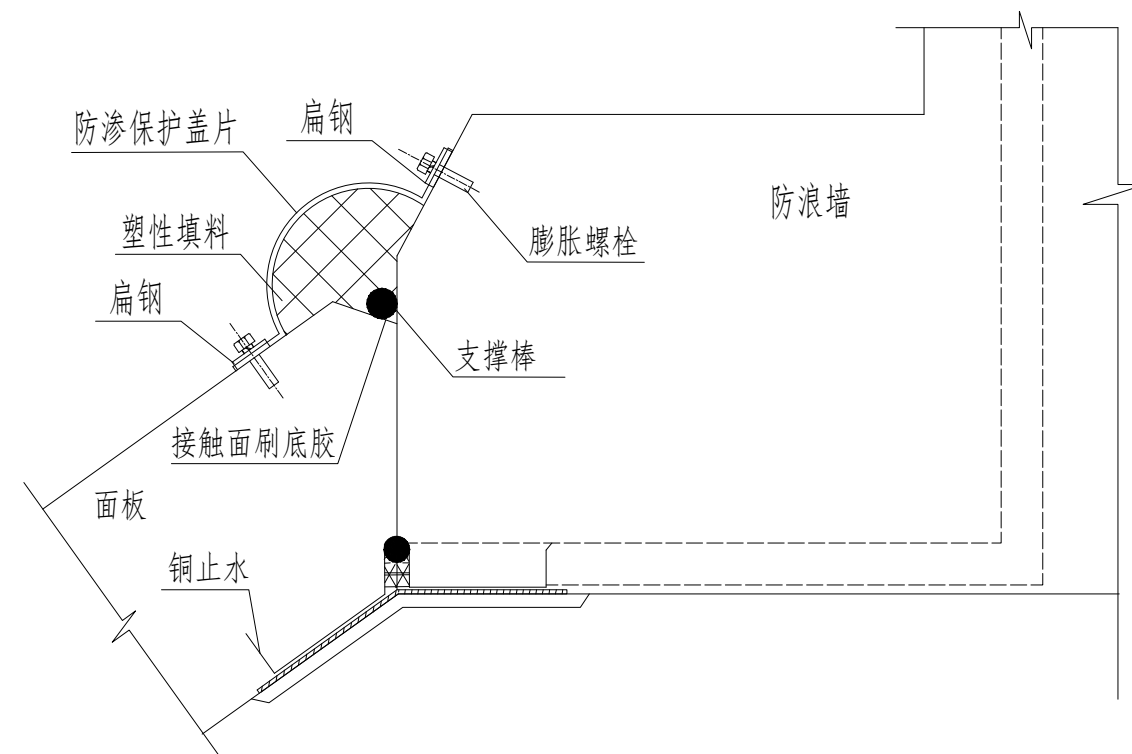


d) B型缝锚固型表层止水结构典型断面图

图12.2-1 锚固型表层止水结构典型断面



a) C型缝涂覆型表层止水结构典型断面图



b) E型缝涂覆型表层止水结构典型断面图

12 特殊条件下接缝止水图

图集号

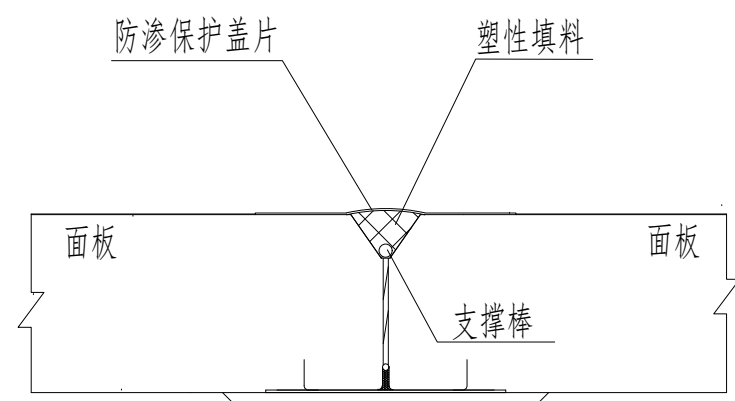
审核

校对

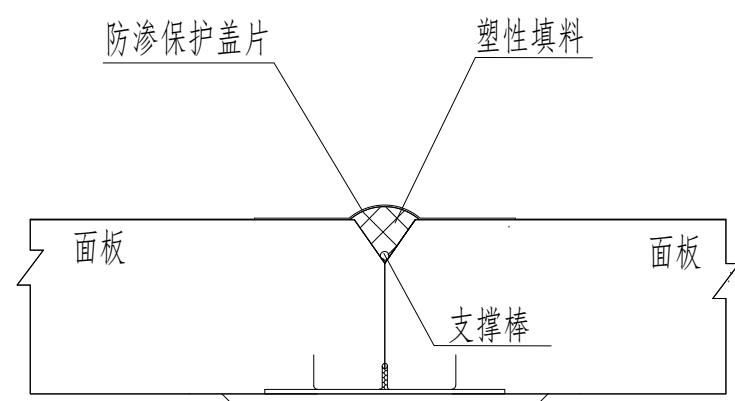
设计

页

67

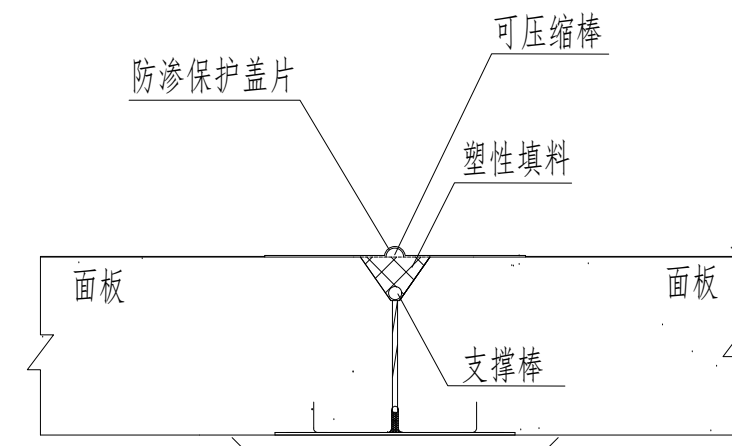


c) A型缝涂覆型表层止水结构典型断面图

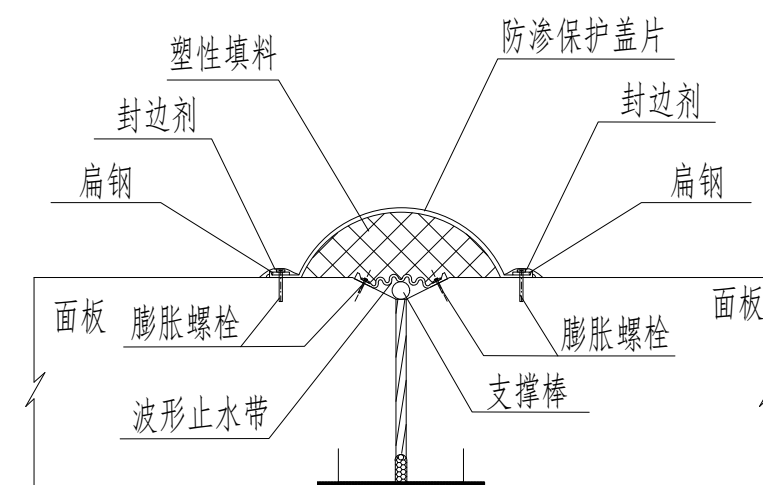


d) B型缝涂覆型表层止水结构典型断面图

图12.2-2 涂覆型表层止水结构典型断面



a) 可压缩型表层止水结构典型断面



b) 封边处理的表层止水结构典型断面

12 特殊条件下接缝止水图

图集号

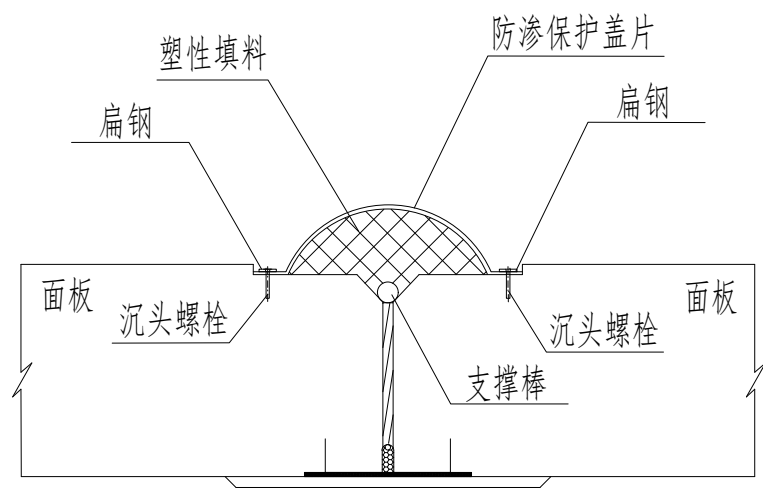
审核

校对

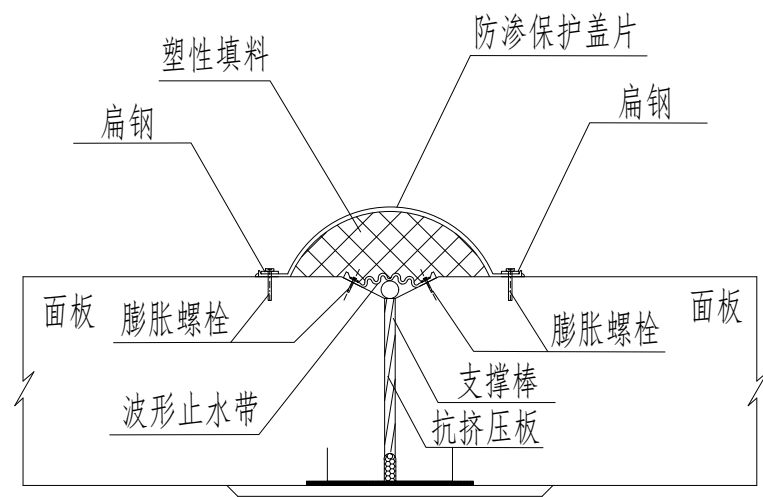
设计

页

68



c) 带沉头螺栓的表层止水结构典型断面



d) 设置抗挤压板的表层止水结构典型断面

图12.2-3 特殊的表层止水结构典型断面图

12.3 材料选用

12.3.1 特殊条件下，塑性填料性能指标要求除应满足本标准有关章节相关规定外，还应满足下列要求：

- a) 塑性填料在工程区极端最低温度下应具有可塑性好，避免脆裂或硬化导致密封失效，同时应具有较强的界面粘结力和防水防渗等功能。
- b) 塑性填料在工程运行环境下材料应具有耐动态拉压循环变形、耐冻融稳定性等耐久性能。
- c) 特殊条件下塑性填料技术指标应符合表12.3-1的规定。

12.3.2 特殊条件下，防渗保护盖片性能指标要求除应满足本标准有关章节相关规定外，还应满足下列要求：

- a) 工程区极端最低温度下，防渗保护盖片保持柔韧性，避免脆裂或硬化导致密封失效。
- b) 防渗保护盖片应具有较小的冰粘附强度，材料的硬化温度不高于
- c) 防渗保护盖片应具有耐紫外线、抵御风化等耐久性能。
- d) 防渗保护盖片与塑性填料应具有良好的体系相容性，避免组分迁移导致材料整体强度及柔韧性下降。
- e) 防渗保护盖片长期浸泡后应具有较低的吸水率，在23℃×30d长期浸水试验条件下，吸水率不应大于2%。
- f) 特殊条件下，防渗保护盖片技术指标应符合表12.3-2的规定。

表12.3-1 特殊条件下塑性填料技术指标

序号	项目			单位	指标
1	拉伸黏结性能	低温（工程区极端最低温度）、干燥	断裂伸长率	%	≥50
			黏结性能		不破坏
		300次冻融循环后（工程区极端最低温度）	断裂伸长率	%	≥125
			黏结性能		不破坏
2	300次动态拉-压循环(工程区极端最低温度)		黏结性能		不破坏
3	针入度（工程区极端最低温度）			1/10mm	≥80
注 1 若工程区极端最低温度高于-20℃，则按照-20℃温度条件进行检测，与DL/T 949-2005保持一致；若低于-20℃，则低温测试条件温度为工程区极端最低温度。					

12 特殊条件下接缝止水图

图集号

审核

校对

设计

页

69

表12.3-2 特殊条件下防渗保护盖片技术指标					
序号	项 目		单位	技术指标	
1	低温弯折性（工程区极端最低温度）			无裂纹	
2	长期浸水（30d）后吸水率		%	≤2	
3	冰粘附强度		MPa	≤0.2	
4	低温（工程区极端最低温度）		拉伸强度	MPa	≥15
			断裂伸长率	%	≥50
5	复合塑性填料前后热空气老化 （80℃×15d）		拉伸强度保持率	%	≥80
			断裂伸长率保持率	%	≥80
6	人工气候老化	1500h	拉伸强度保持率	%	≥80
			断裂伸长率保持率	%	≥80
		2745h	外观	不应出现开裂、分层、 起泡、粘结和孔洞等现象	
注： 1、人工气候老化，仅在产品曝露使用时检测； 2、若工程区极端最低温度高于-20℃，则按照-20℃温度条件进行检测；低于-20℃，则低温测试条件温度为工程区极端最低温度					

12.4 施工技术要求

12.4.1 特殊条件下的接缝止水技术要求，除满足本规范有关章节相关规定外，还宜符合以下规定：

- a) 应选用耐低温性能优良的塑性填料。施工前，应确保混凝土基面干燥、洁净，且无结霜、结冰。
- b) 应选用适应低温施工条件的防渗保护盖片。为改善低温下的施工与固化性能，宜在施工前对材料适当加温，并宜在基层温度5℃～40℃的时段内分多遍施工，从开始施工到达到设计厚度的总时间不宜超过48h。
- c) 在严寒条件下，应适当延长防渗保护盖片的固化养护时间。

12.5 表层止水材料检测方法

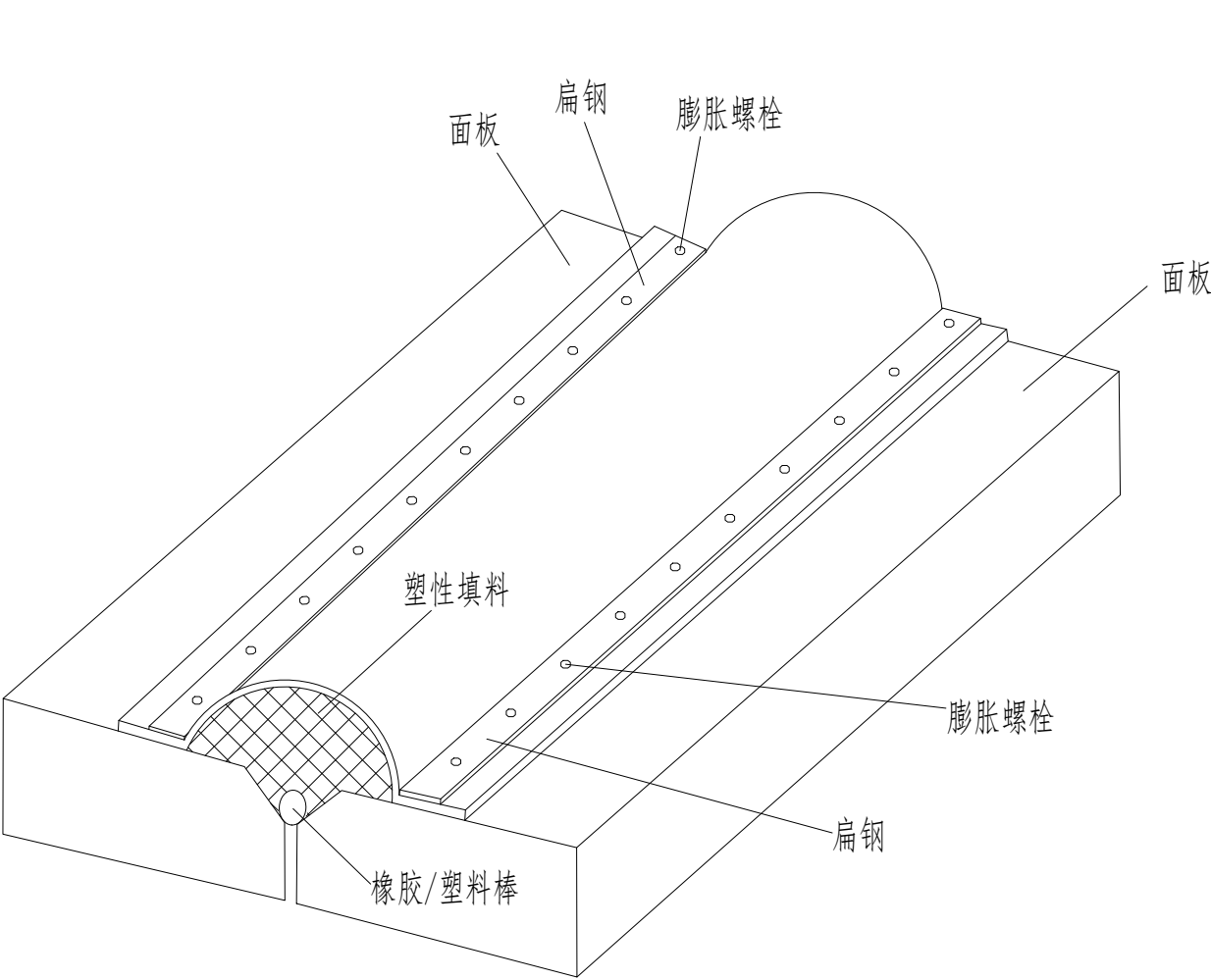
12.5.1 特殊条件下，塑性填料性能指标检测应符合以下规定：

- a) 低温（工程区极端最低温度）干燥下拉伸黏结性能、300次冻融循环后（工程区极端最低温度）拉伸黏结性能、针入度（工程区极端最低温度）测试应符合DL/T 949有关规定。
- b) 300次动态拉-压循环后黏结性能（工程区极端最低温度）测试应符合GB/T13477.12有关规定。

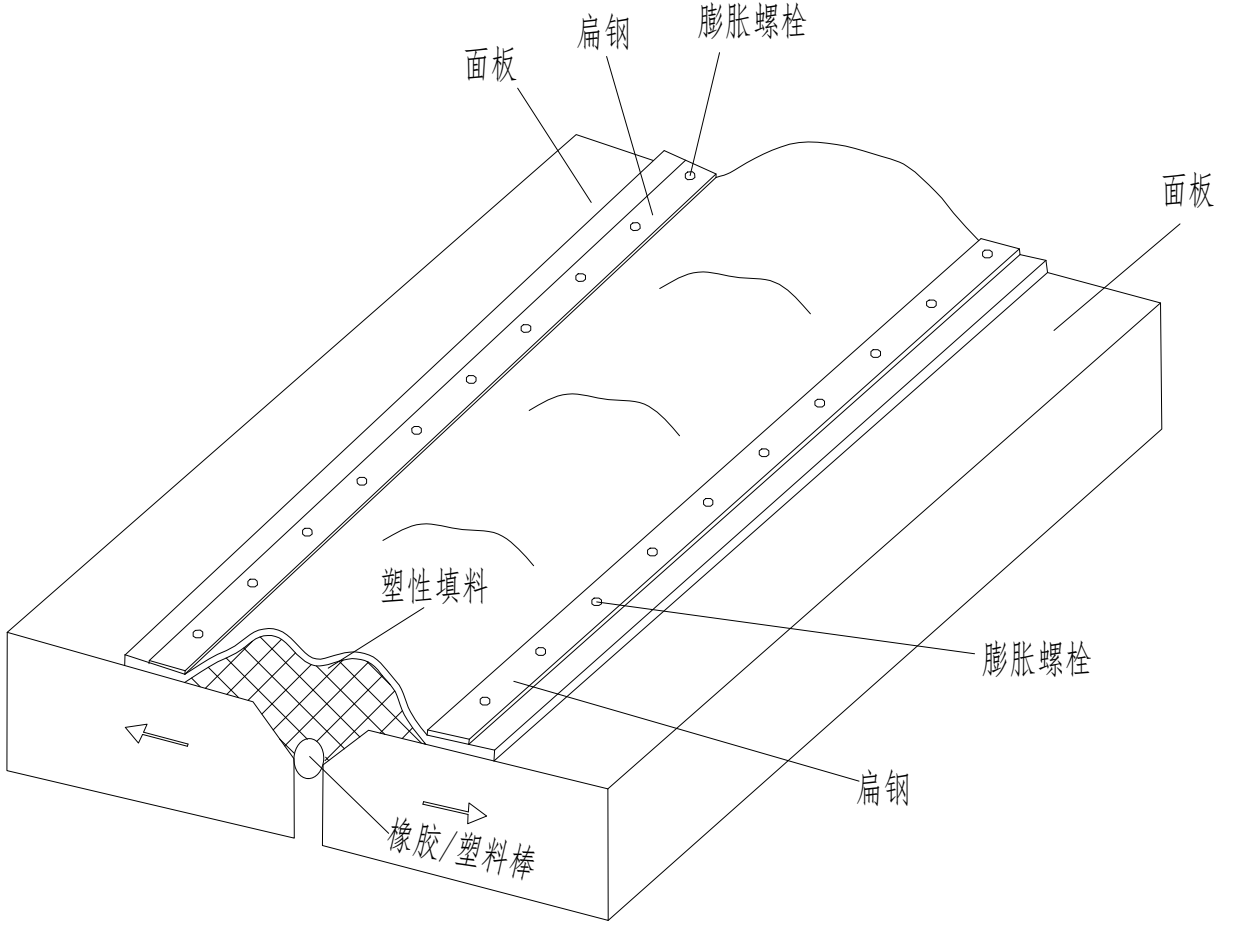
- 12.5.2 特殊条件下，防渗保护盖片性能指标检测应符合以下规定：
- a) 低温弯折性（工程区极端最低温度）、低温拉伸性能（工程区极端最低温度）测试应符合GB/T 16777有关规定。
 - b) 复合塑性填料前后热老化处理完成的拉伸性能保持率（80℃×15d）测试应符合GB/T 18173.1有关规定。
 - c) 长期浸水（30d）吸水率测试应符合GB/T 23446有关规定。
 - d) 冰粘附强度测试应符合NB/T 35024中有关规定。
 - e) 人工气候老化测试应符合JC/T 2435和GB 55030有关规定。

12 特殊条件下接缝止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	70

附录A 顶部塑性填料原理图



(a)顶部塑性填料未破坏原理图



(b)顶部塑性填料张拉破坏原理图

附录A 顶部塑性填料原理图

图集号

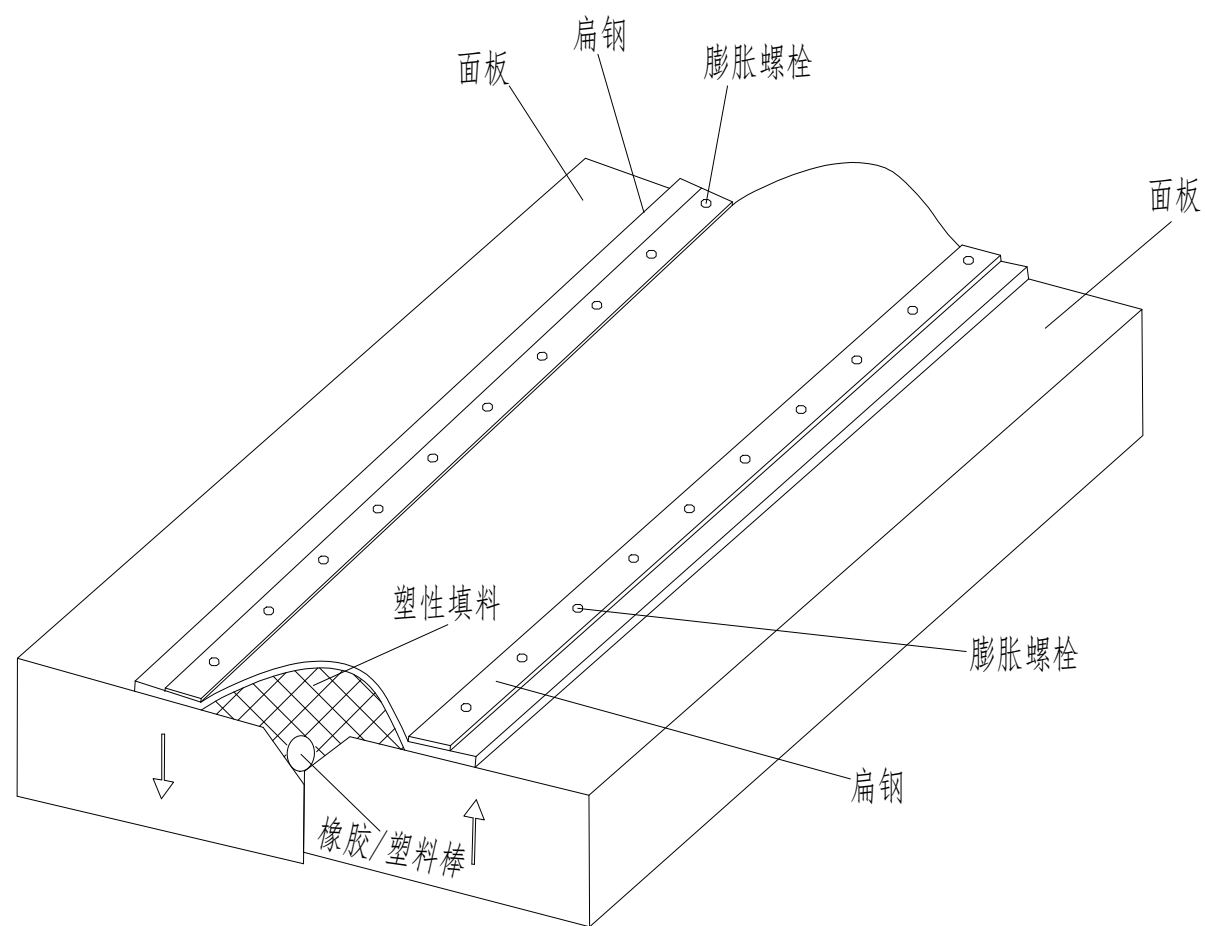
审核

校对

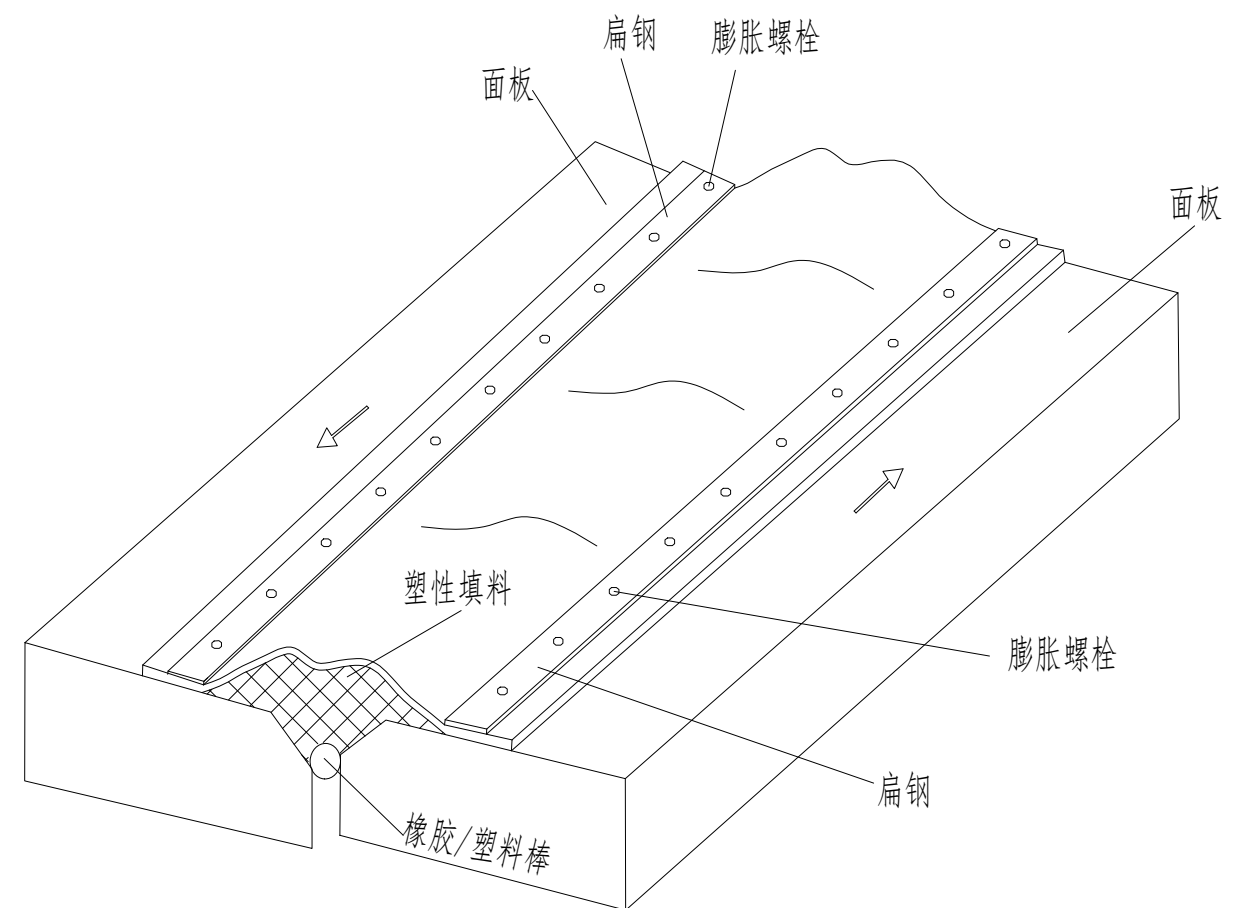
设计

页

71



(c)顶部塑性填料沉降破坏原理图



(d)顶部塑性填料剪切破坏原理图

图A.1 顶部塑性填料原理图

附录A 顶部塑性填料原理图

图集号

审核

校对

设计

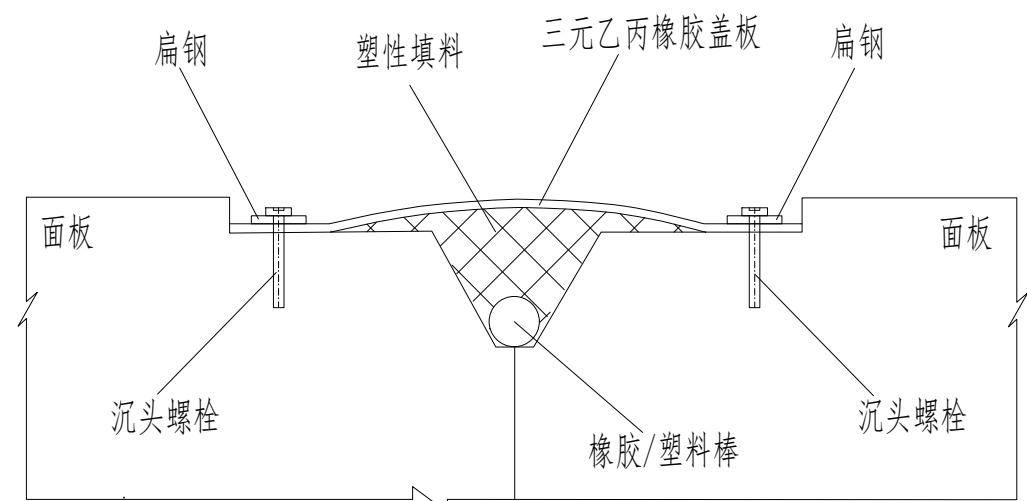
页

72

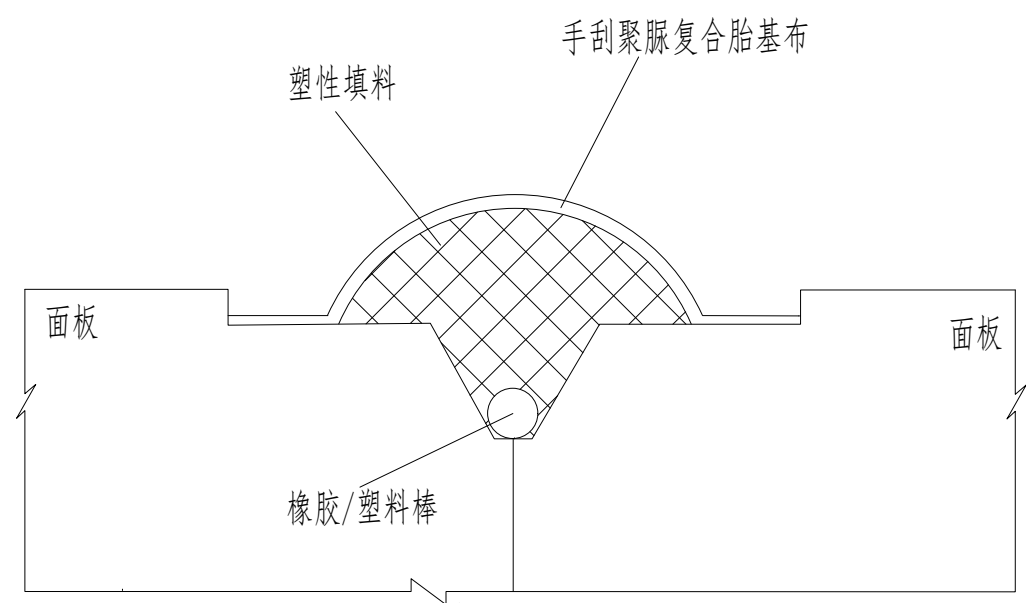
附录B 表层止水结构修复处理

B.1 严寒地区抽水蓄能电站表层止水结构修复案例

PSH抽水蓄能电站工程极端最低温度为-38.5℃，面板接缝采用锚固型表层止水结构，保护盖片采用三元乙丙橡胶盖板，盖板两侧压不锈钢扁钢，并用沉头螺栓固定。受冻胀、冰拔和冰推、高湿度环境等影响，运行过程中出现沉头螺栓脱落、扁钢锈蚀甚至掀翻，外覆保护盖板撕裂等现象。对表层止水结构进行修复，采用涂覆型表层止水结构，表面采用涂覆型保护盖片，即聚脲复合胎基布。



(a) 修复前止水结构型式示意图



(b) 修复后止水结构型式示意图

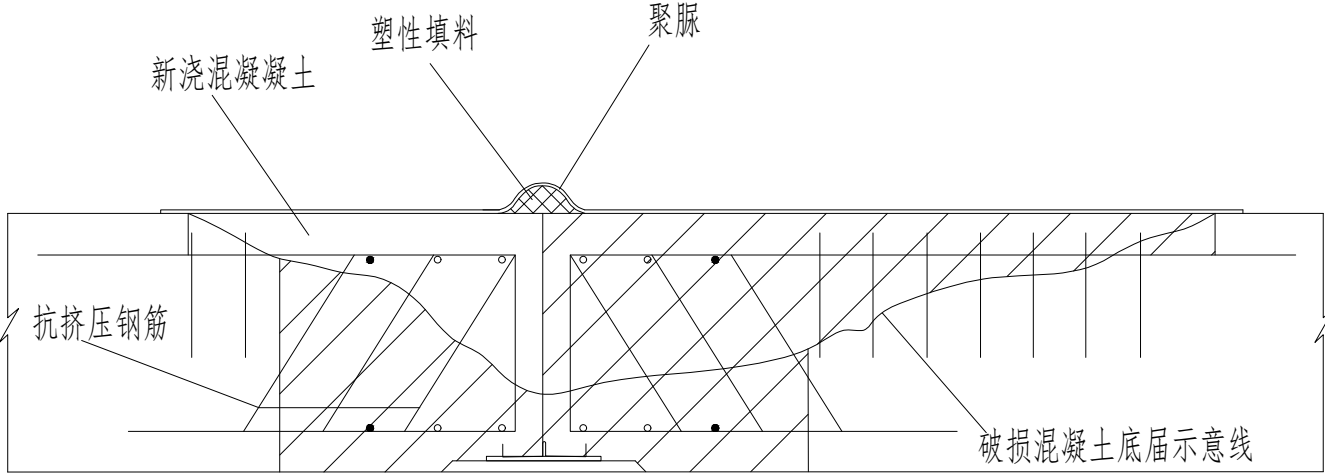
- 标引序号说明：
- 1——面板；
 - 2——三元乙丙橡胶盖板；
 - 3——塑性填料；
 - 4——橡胶/塑料棒；
 - 5——沉头螺栓；
 - 6——扁钢；
 - 7——手刮聚脲复合胎基布。

图B.1 PSH抽水蓄能电站修复前后止水结构型式示意图

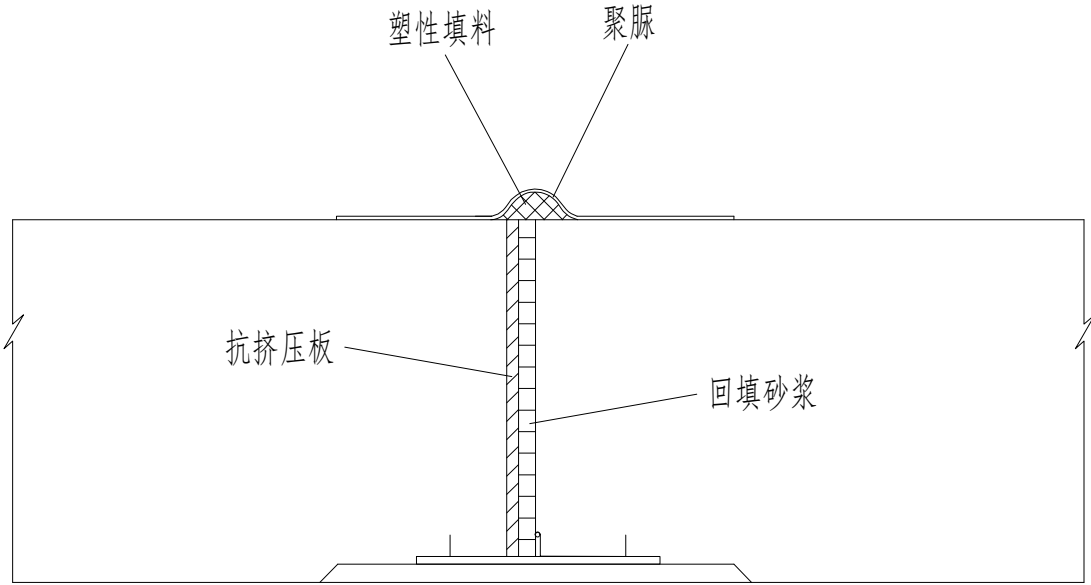
附录B 表层止水结构修复处理						图集号	
审核		校对		设计		页	73

B.2 高坝或高地震烈度水电站表层止水结构修复案例

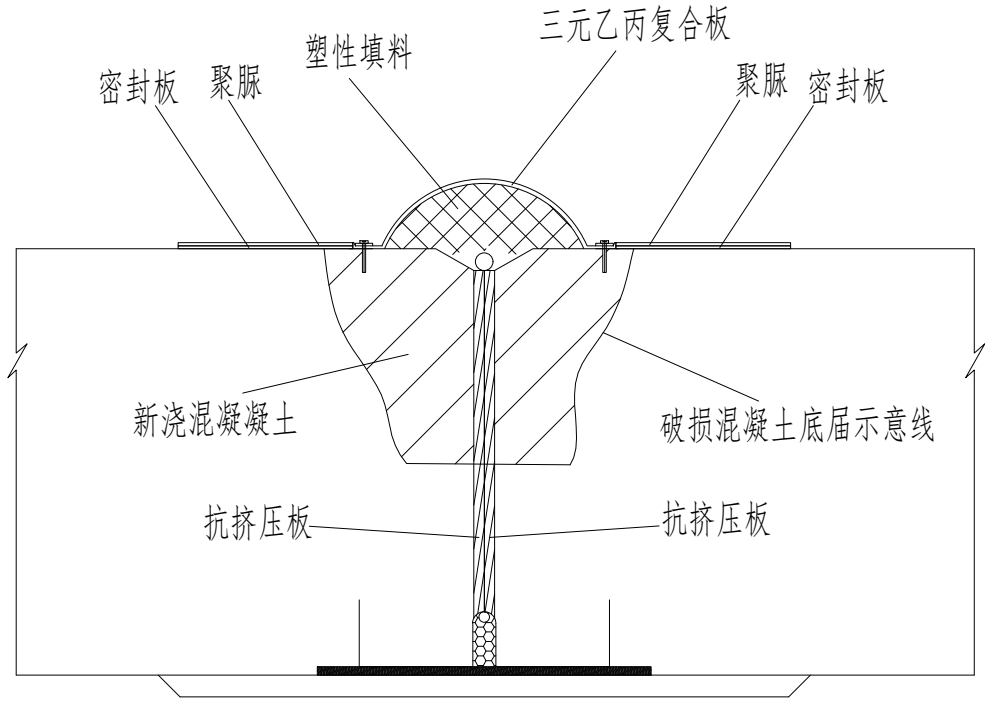
高坝高地震烈度条件下，由于面板与堆石体变形不协调、坝体沉降未出现完全收敛、应力集中等原因，部分面板压性垂直缝附近的面板混凝土出现挤压破坏，表层止水结构破损、面板钢筋出露、铜止水变形或开裂等现象。采取破损混凝土修复、增设抗挤压钢筋、加厚或增加抗挤压板、加强表层止水等措施进行修复。



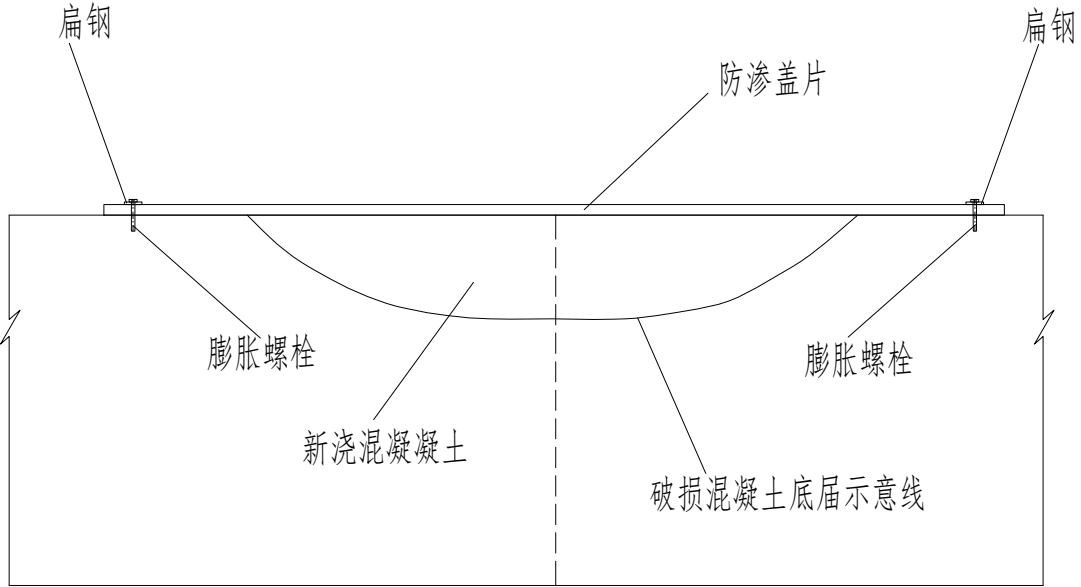
(a) A型缝修复增设挤压钢筋断面



(b) A型缝轻微破损修复断面



(c) 破损较大修复断面



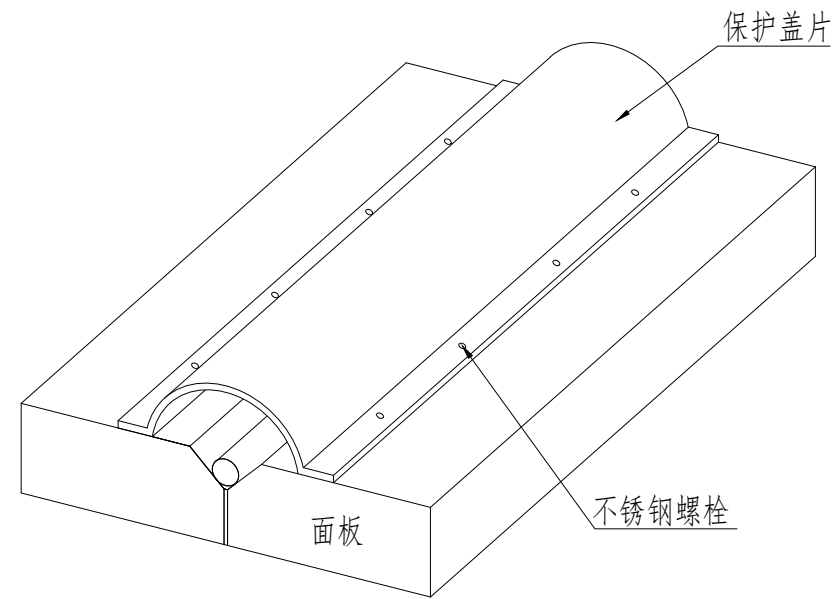
(d) 水下部分修复断面

图B.2 高坝或高地震烈度水电站表层止水结构修复示意图

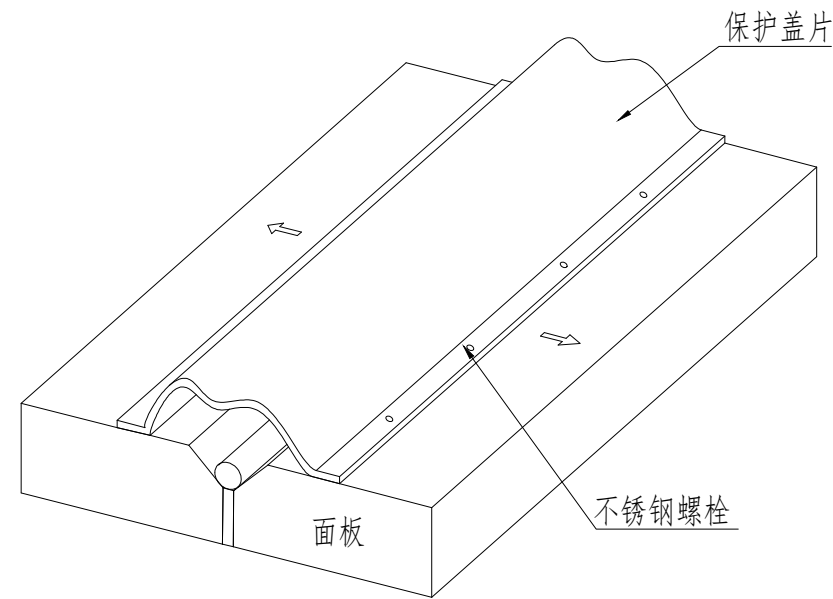
附录B 表层止水结构修复处理						图集号	
审核		校对		设计		页	74

附录C 表层保护盖片图

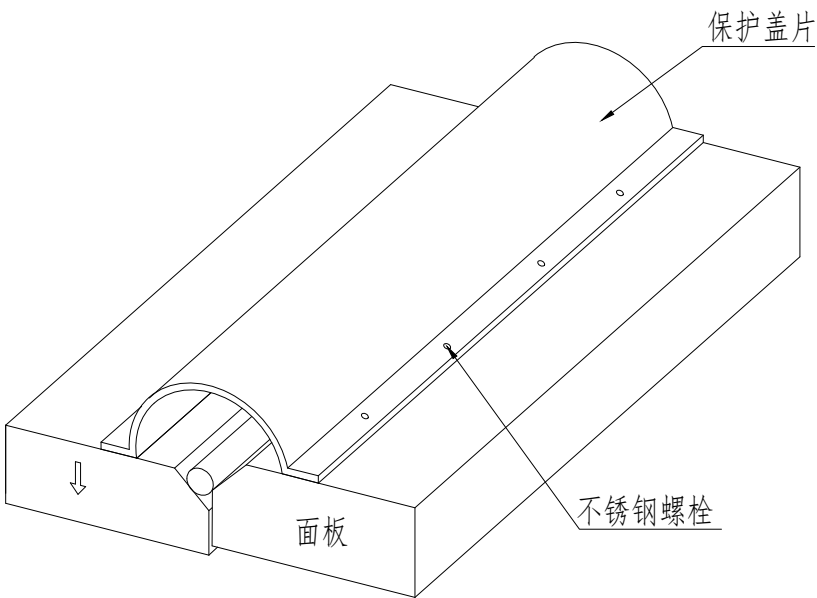
C.1 保护盖片的原理图、张拉破坏、沉降和剪切破坏图见下图C.1。



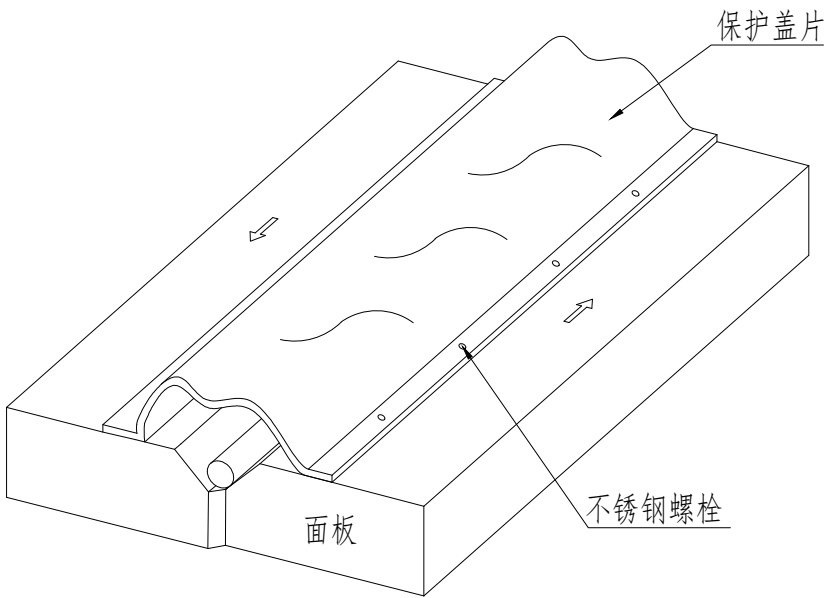
图C.1-1 保护盖片接缝原理图



图C.1-2 保护盖片接缝张拉破坏图



图C.1-3 保护盖片接缝沉降破坏图



图C.1-4 保护盖片接缝剪切破坏图

附录C 表层保护盖片图

图集号

审核

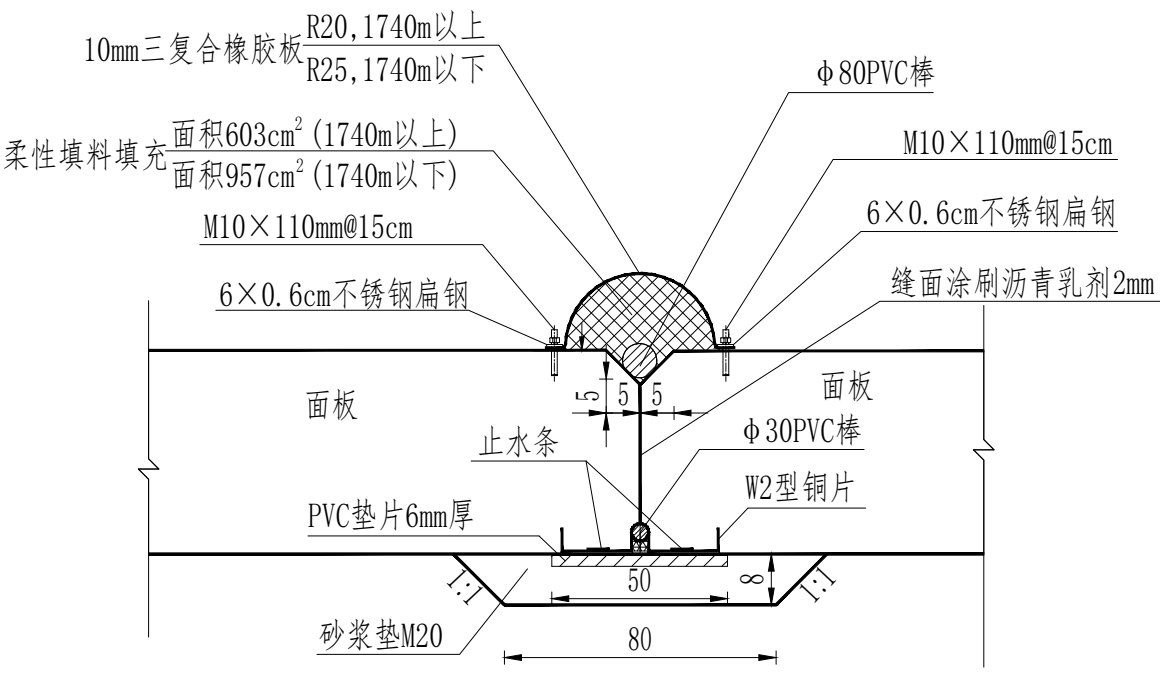
校对

设计

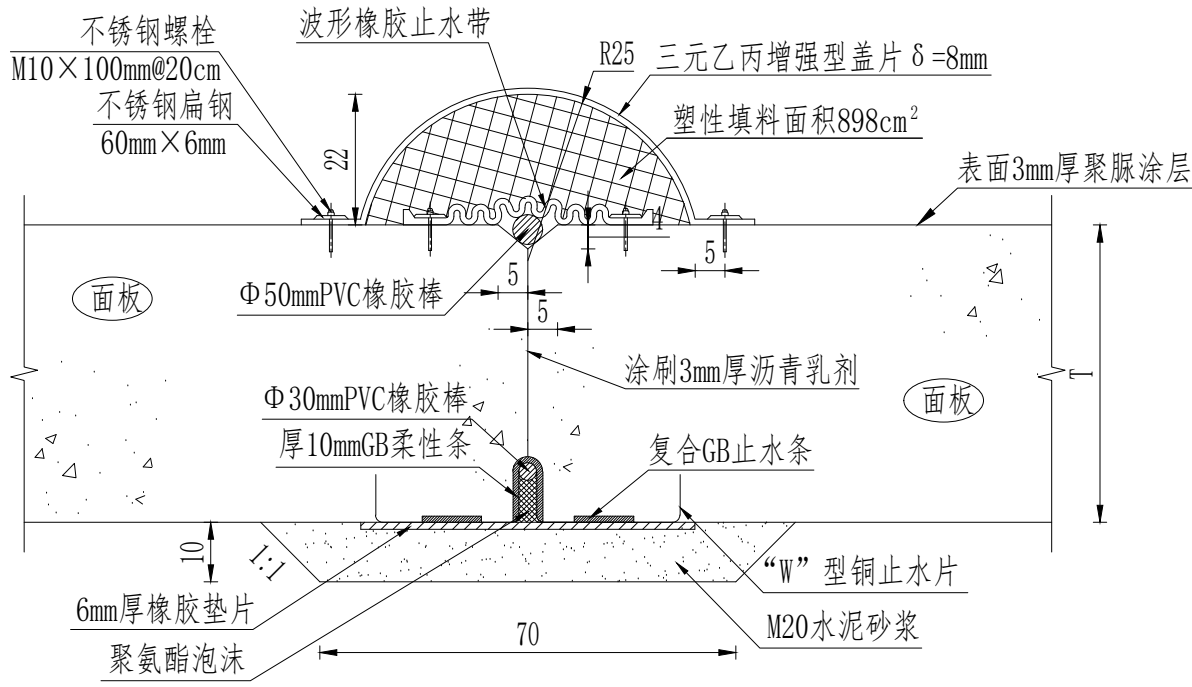
页

75

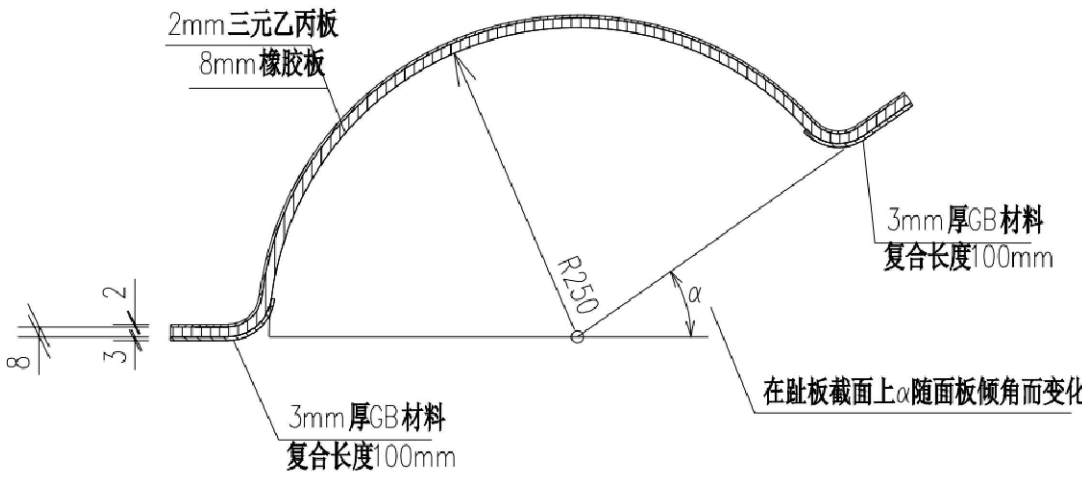
C.2 已建工程保护盖片和螺栓案例见下图C.2。



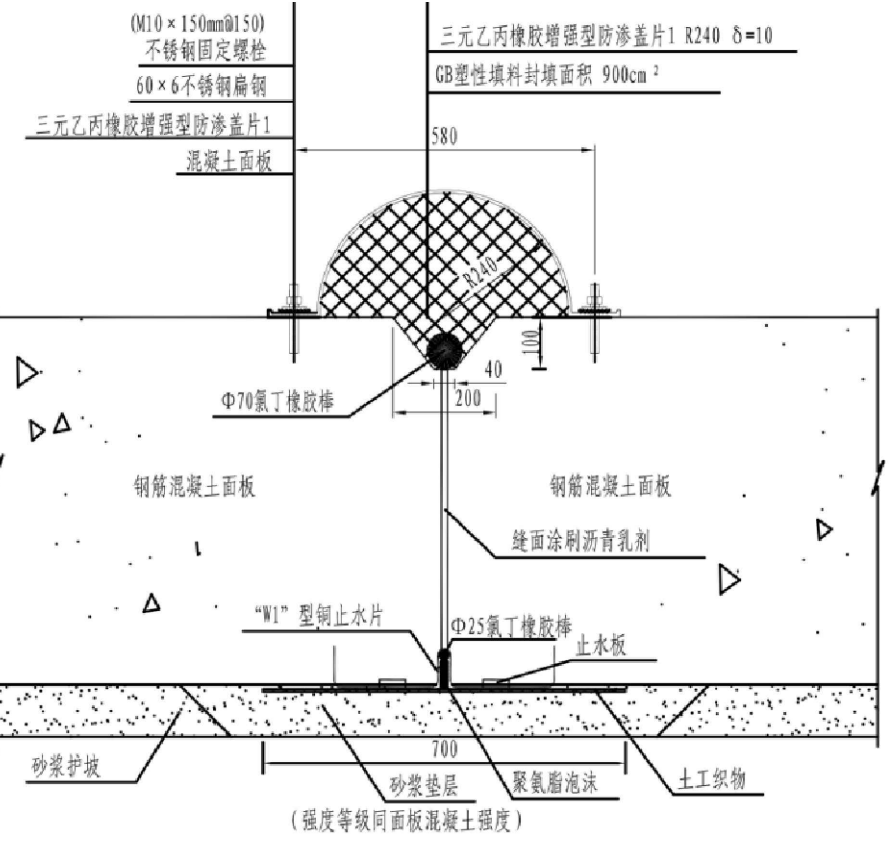
(a) 猴子岩接缝保护盖片案例图



(b) 大石峡接缝保护盖片案例图

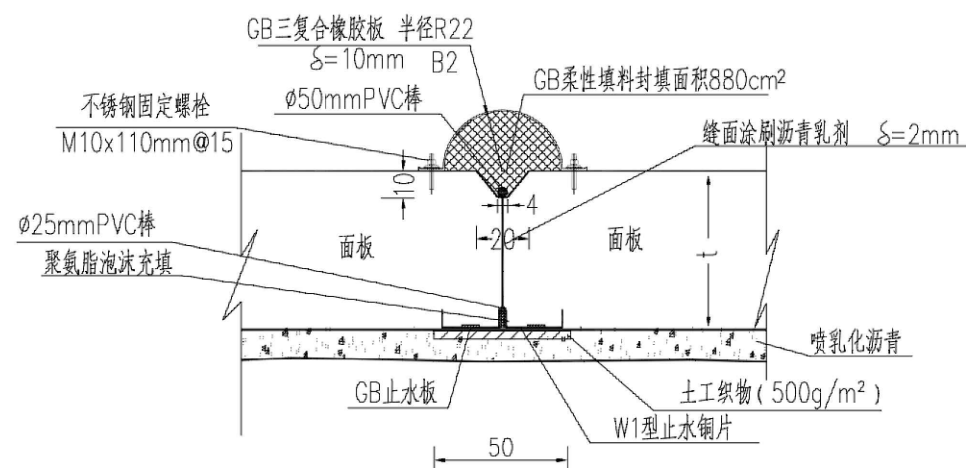


(c) 水布垭接缝保护盖片案例图

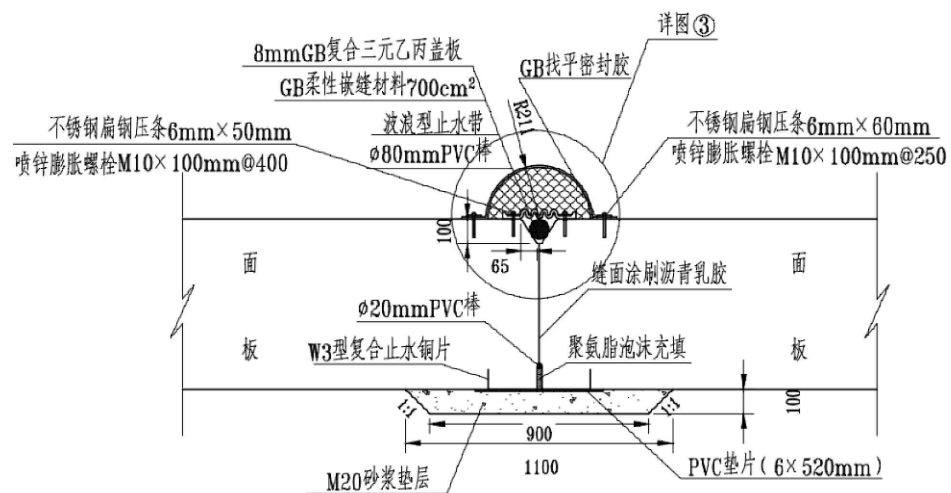


(d) 江坪河接缝保护盖片案例图

附录B 表层保护盖片图						图集号	
审核		校对		设计		页	76

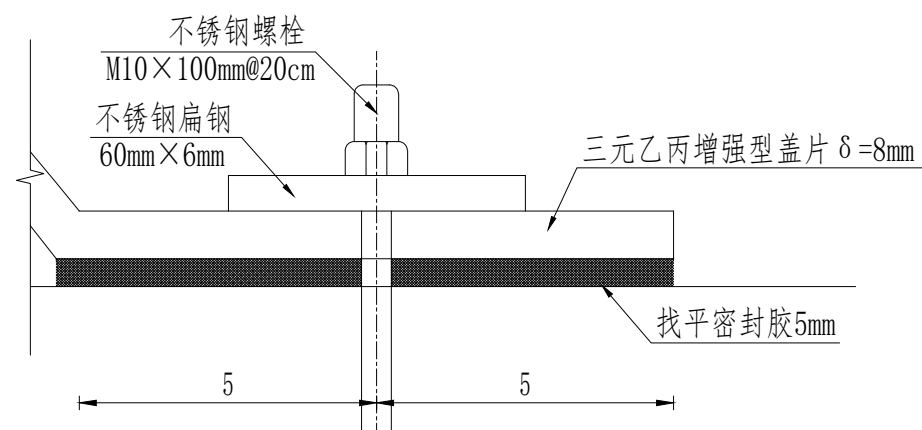


(e) 洪家渡接缝保护盖片案例图

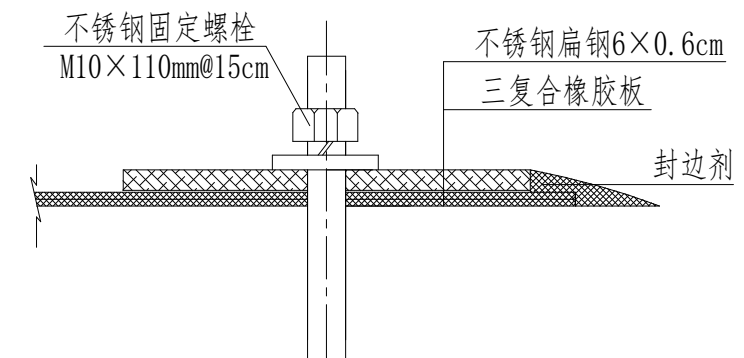


(f) 阿尔塔什接缝保护盖片案例图

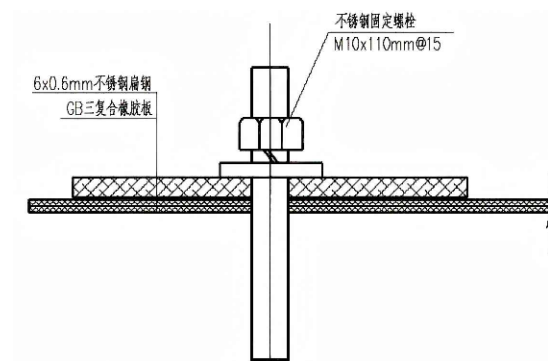
图C.2-1 已建工程保护盖片案例图



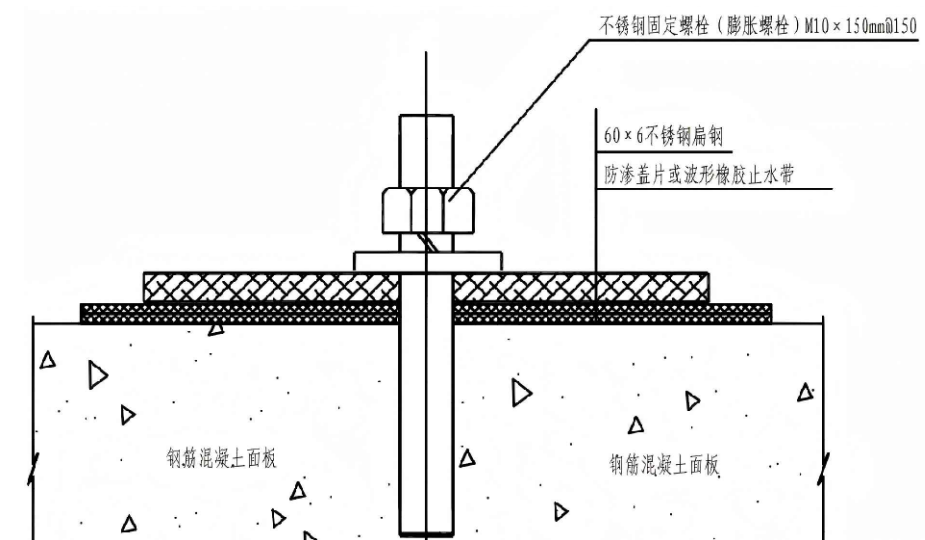
(a) 大石峡螺栓锚固案例图



(b) 猴子岩螺栓锚固案例图



(c) 洪家渡螺栓锚固案例图



(d) 江坪河螺栓锚固案例图

图C.2-2 已建工程螺栓案例图

附录C 表层保护盖片图

图集号

审核

校对

设计

页

77

C.3 已建工程保护盖片和螺栓形式统计见下表B.0.3。

表C.3-1 已建工程保护盖片型式统计表

序号	工程	坝高（m）	材料	总厚度（mm）	组合形式
1	洪家渡	179.5	天然橡胶 三复合	10	三复合橡胶板3mm+橡胶4mm +胶层3mm
2	水布垭	233	天然橡胶 三复合	13	三元乙丙橡胶2mm+橡胶8mm +塑性填料3mm
3	猴子岩	223.5	天然橡胶 三复合	13	三元乙丙橡胶2mm+橡胶8mm +止水条3mm
4	阿尔塔什	164.8	天然橡胶 三复合	8	三元乙丙橡胶2mm+橡胶3mm +胶层3mm
5	肯斯瓦特	129.8	天然橡胶 三复合	8	三元乙丙橡胶层2mm+纤维布 +天然橡胶层3mm+胶层3mm
6	吉音	124.5	天然橡胶 三复合	8	三元乙丙橡胶层2mm+纤维布 +天然橡胶层3mm+胶层3mm
7	双沟	110.5	天然橡胶 三复合	10	三元乙丙橡胶层3.5mm+纤维布 +天然橡胶层3.5mm+胶层3mm
8	卡拉贝利	92.5	天然橡胶 三复合	8	三元乙丙橡胶层2mm+纤维布 +天然橡胶层3mm+胶层3mm
9	三板溪	185.5	天然橡胶三复合/ 三元乙丙橡胶二复合	8	增强型三元乙丙橡胶/ 三复合橡胶板
10	拉哇	239	天然橡胶 二复合	8	三元乙丙橡胶2mm+纤维布+6mm 天然橡胶（PVC防渗膜2.5mm）

表C.3-1 已建工程保护盖片型式统计表(续表)

序号	工程	坝高（m）	材料	总厚度（mm）	组合形式
11	江坪河	219	三元乙丙橡胶 二复合	10	增强型三元乙丙橡胶5mm+塑性 填料5mm（PVC防渗膜2.5mm）
12	玛尔挡	211	三元乙丙橡胶 二复合	9	增强型三元乙丙橡胶6mm +胶层3mm
13	羊曲	160	三元乙丙橡胶 二复合	8	增强型三元乙丙橡胶6mm +胶层2mm
14	大石峡	247	三元乙丙橡胶 二复合	8	增强型三元乙丙橡胶6mm +胶层2mm（外侧3mm聚脲）
15	南俄3	210	三元乙丙橡胶 二复合	10	增强型三元乙丙橡胶10mm （PVC防渗膜1.5mm）
16	柳树沟	102	三元乙丙橡胶 二复合	6	增强型三元乙丙橡胶盖片3mm +胶层3mm
17	察汗乌苏	110	三元乙丙橡胶 二复合	6	增强型三元乙丙橡胶盖片3mm +胶层3mm
18	将军庙	133	三元乙丙橡胶 二复合	8	增强型三元乙丙橡胶5mm +胶层3mm

附录C 表层保护盖片图						图集号	
审核		校对		设计		页	78

表C.3-2 已建工程螺栓和扁钢锚固统计表

序号	工程	坝高（m）	封边压条 （垫片）	扁钢	螺栓
1	洪家渡	179.5	/	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×110mm@150mm 不锈钢固定（膨胀）螺栓
2	三板溪	185.5	/	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×110mm@150mm 不锈钢固定螺栓
3	水布垭	233	/	50×5mm 不锈钢扁钢	M10×75mm@300mm 固定膨胀螺栓
4	江坪河	219	/	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×150mm@150mm 不锈钢固定（膨胀）螺栓
5	玛尔挡	211	/	60×6mm 不锈钢扁钢	M12×110mm@400mm 不锈钢沉头膨胀螺栓
6	潘口	114	/	80×7mm 不锈钢扁钢	M10×100mm@200mm 不锈钢膨胀螺栓
7	猴子岩	223.5	封边剂	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×110mm@150mm 不锈钢固定（膨胀）螺栓
8	柳树沟	102	封边剂	不锈钢扁钢	M10×120mm@200mm 镀锌膨胀螺栓
9	察汗乌苏	110	7mm厚 PVC压条	（右）60×5mm 不锈钢扁钢	M10×125mm@400mm 镀锌膨胀螺栓
10	阿尔塔什	164.8	GB找平 密封胶	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×100mm@250mm 喷锌膨胀螺栓
11	大石峡	247	5mm找平 密封胶	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×100mm@200mm 不锈钢固定（膨胀）螺栓
12	梨园	155	底胶	60×6mm 不锈钢扁钢	M10×85mm@200mm 不锈钢膨胀螺栓

附录C 表层保护盖片图

图集号

审核

校对

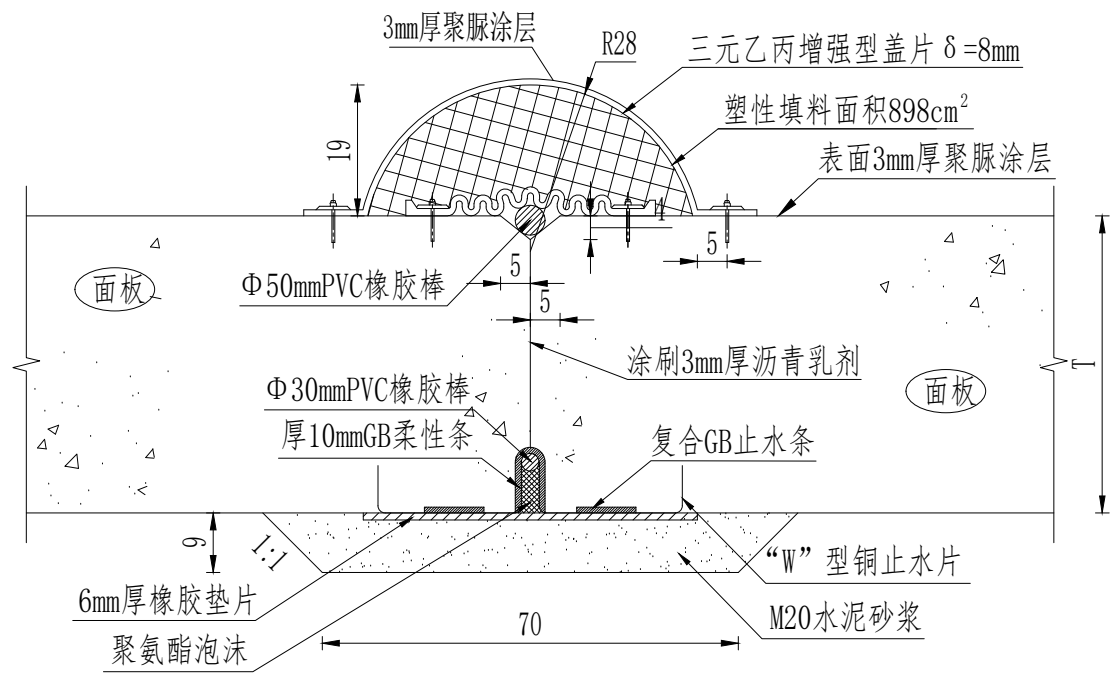
设计

页

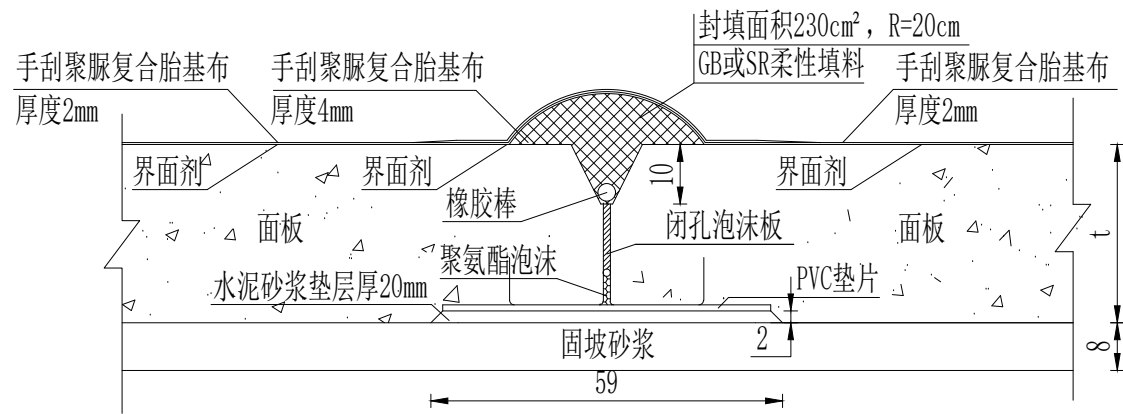
79

附录D 表面涂覆型止水图

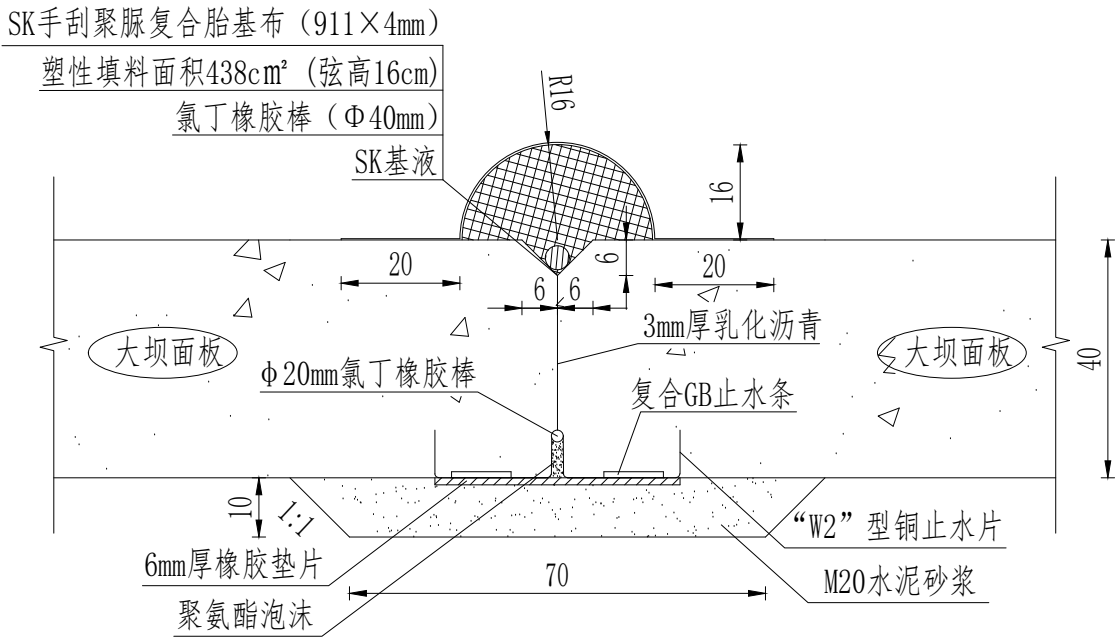
D.1 已建工程涂覆型止水形式案例见下图D.1。



(a) 大石峡保护盖片表面涂覆案例图



(b) 丰宁涂覆型止水案例图



(c) 镇安涂覆型止水案例图

图D.1 已建工程涂覆型止水案例图

附录D 表面涂覆型止水图

图集号

审核

校对

设计

页

80

D.2 已建工程涂覆型止水形式统计见下表D.1。

表D.1 已建工程涂覆型止水型式统计表

序号	工程	坝高（m）	材料	厚度（mm）	组合形式
1	梨园	155	手刮聚脲复合胎基布+保护盖片	4	1605m以上（最大水头20m）：聚脲复合胎基布4mm； 1605m以下：聚脲复合胎基布4mm+三复合橡胶10mm；
2	玉龙喀什	230.5	手刮聚脲复合胎基布+保护盖片	6	2080m以上（最大水头90m）：聚脲复合胎基布6mm； 2080m以下：聚脲复合胎基布6mm+三复合橡胶13mm；
3	卡拉贝利	92.5	手刮聚脲复合胎基布+保护盖片	4	1750m以上（最大水头20m）：聚脲复合胎基布涂层4mm； 1750m以下：聚脲复合胎基布涂层4mm+三复合纤维布增强橡胶板8mm；
4	丰宁抽蓄上库大坝	120.3	手刮聚脲复合胎基布+保护盖片+手刮聚脲复合胎基布	4	1460m以上（最大水头46m）：聚脲复合胎基布涂层4mm； 1460m以下：聚脲2mm+三元乙丙橡胶8mm+GB止水5mm+聚脲2mm；
5	文登抽蓄上库大坝	101	手刮聚脲复合胎基布	4	
6	镇安抽蓄上库库盆	125.9	手刮聚脲复合胎基布	4	全库盆防渗

表D.1 已建工程涂覆型止水型式统计表（续表）

序号	工程	坝高（m）	材料	厚度（mm）	组合形式
7	镇安抽蓄下库大坝	95	手刮聚脲复合胎基布	4	
8	阜康抽蓄上库库盆	134	手刮聚脲复合胎基布	4	全库盆防渗
9	阜康抽蓄下库大坝	69	手刮聚脲复合胎基布	4	
10	沂蒙抽蓄下库大坝	78.6	手刮聚脲复合胎基布	4	
11	清源抽蓄上库大坝	89.2	手刮聚脲复合胎基布	4	
12	清源抽蓄上库大坝	49	手刮聚脲复合胎基布	4	

附录D 表面涂覆型止水图						图集号	
审核		校对		设计		页	81

附表A 顶部塑性填料

A.1 统计国内已建/在建面板堆石坝周边缝设计参数，见下表1。

表1 国内已建/在建面板堆石坝周边缝设计参数统计表

序号	工程名称	地处环境	设计阶段	最大坝高/m	地震烈度	极端最低温度	周边缝表层止水															电站类型	
							塑性填料					保护盖片			V型槽			波形止水带			底涂		橡胶棒
							类型	面积/cm2	半径/cm	凸起高度/cm	与混凝土结合面长度/cm	锚固型式	材料类型	单侧与混凝土接触长度/cm	深度/cm	顶部宽度/cm	底部宽度/cm	是否设置	连接形式	设置位置	材料类型		材料类型
1	尚志下水库	严寒地区	施工详图	41	Ⅵ	-45	GB塑性填料	150	12.19	6	10.5	涂覆型	聚脲	26.5	10	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
2	清原下水库	严寒地区	施工详图	49	Ⅵ	-38.2	GB塑性填料	150	16.11	5	36.3	涂覆型	聚脲	25.9	10	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
3	抚宁下水库	寒冷地区	施工详图	66	Ⅶ	-26.4	GB塑性填料	250	20	8.5	32.7	涂覆型	聚脲	33.5	8	10	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
4	周宁上水库	寒冷地区	竣工	77.6	Ⅵ	-8.9	SR塑性填料	450	15	15	30	锚固型	三元乙丙橡胶	5.6	10	11.2	1.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
5	沂蒙下水库	温和地区	竣工	78.6	Ⅶ	-16.8	GB塑性填料	240	20	8.5	32.7	涂覆型	聚脲	34	8	10	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
6	松阳上水库	寒冷地区	施工详图	85.5	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	400	15	15	30	涂覆型	聚脲	20	10	11.2	1.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
7	清原上水库	严寒地区	施工详图	89.2	Ⅵ	-40.6	GB塑性填料	230	14.19	8.5	28	涂覆型	聚脲	26	10	10	5	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
8	黔南	温和地区	施工详图	90	Ⅶ	/	SR塑性填料	630	20	20	40	锚固型	SR盖片	8	10	20	1.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
9	尚志上水库	严寒地区	施工详图	93	Ⅵ	-46.4	GB塑性填料	300	17.79	10	16	涂覆型	聚脲	34	10	12	2	是	/	表层止水与底部铜止水之间	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
10	松阳下水库	寒冷地区	施工详图	93	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	400	15	15	30	涂覆型	聚脲	20	10	11.2	1.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
11	长龙山上水库	严寒地区	竣工	100.2	Ⅵ	-13.5	SR塑性填料	500	20	20	40	锚固型	三元乙丙橡胶	8	10	11.2	1.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
12	文登上水库	寒冷地区	竣工	101	Ⅶ	-24.3	GB塑性填料	300	20	9	33	涂覆型	聚脲	30	10	10	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
13	察汗乌苏	/	竣工	110	/	/	SR塑性填料	/	20	20	49.4	锚固型	SR盖片	10	10	21.2	1.2	否	/	/	/	橡胶棒	水电站
14	尚义上水库	严寒地区	施工详图	115	Ⅶ	-30.8	CBMS硅基塑性填料	150	/	5	34.2	涂覆型	聚氟	25.2	10	12	2	否	/	/	环氧类	三元乙丙橡胶棒	抽水蓄能
15	丰宁上水库	严寒地区	施工详图	120.3	Ⅵ	-35.8	GB塑性填料	380	20	16	43	涂覆型	聚脲		8	11.2	3.2	是	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
16	董箐	温和地区	竣工	150	Ⅵ	-4.3	SR塑性填料	1100	25	25	50	锚固型	SR盖片	10	10	30	1.2	是	螺栓铆接	周边缝缝口，塑性填料底部	/	氯丁橡胶棒	水电站
17	阿尔塔什电站	/	竣工	164.8	/	/	GB填料	1000	25.2	25.2	/	锚固型	GB复合三元乙丙盖板	10	7.5	12	2	是	波形锚固	V型槽顶部	/	PVC	水电站
18	洪家渡电站	温和地区	竣工	179.5	Ⅵ	-6.5	GB塑性填料	1100	25	25	50	锚固型	GB三复合橡胶板	10	10	30	1.2	是	螺栓铆接	周边缝缝口，塑性填料底部	/	PVC棒	水电站
19	三板溪电站	温和地区	施工详图	185.5	Ⅶ	/	SR柔性填料	1340	26.5	26.5	38.4	锚固型	SR盖片	10	15	34	4	否	/	/	/	PVC橡胶棒	水电站
1	玛尔挡电站	/	施工详图	211	Ⅶ	/	塑性填料	185	35	35	54.8	锚固型	三元乙丙橡胶	10	10	22.4	2.4	是	波形锚固	V型槽顶部	/	/	水电站
2	江坪河电站	/	竣工	219	/	/	纳米SR塑性填料	1600/1410	30/28	30/28	30/26	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	15	32.5	2.5	是	波形锚固	V型槽顶部	/	氯丁橡胶棒	水电站
3	猴子岩电站	/	竣工	223.5	/	/	柔性填料	1350/700	29/25	29	/	锚固型	三复合橡胶板	10	12	24	1.2	是	波形锚固	V型槽顶部	/	PVC	水电站
4	水布垭电站	/	竣工	233	/	/	GB塑性填料	/	25	25	30	锚固型	三元乙丙橡胶板	10	10	10	1.2	是	波形锚固	不对称V型槽顶部	/	/	水电站
5	拉哇电站	寒冷地区	施工详图	242.5	Ⅸ	/	塑性填料	2600	41	41	52	锚固型	三元乙丙橡胶	9	15	32.5	2.5	是	螺栓锚固	V型槽顶部	/	氯丁橡胶棒	水电站
6	大石峡电站	/	施工详图	247	Ⅶ	-22	塑性填料	1062/1414	26/30	26/30	5/9	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	10	20	0	是	波形锚固	V型槽顶部	3mm厚聚脲涂层	PVC	水电站

附表A 顶部塑性填料

图集号

审核

校对

设计

页

82

A.2 统计国内已建/在建面板堆石坝压性垂直缝设计参数，见下表2。

表2 国内已建/在建面板堆石坝压性垂直缝设计参数统计表

序号	工程名称	地处环境	设计阶段	最大坝高/m	地震烈度	极端最低温度	压性垂直缝表层止水															电站类型	
							塑性填料					保护盖片			V型槽			波形止水带			底涂		橡胶棒
							类型	面积/cm2	半径/cm	凸起高度/cm	与面板接触长度/cm	锚固型式	材料类型	单侧与混凝土接触长度/cm	深度/cm	顶部宽度/cm	底部宽度/cm	是否设置	连接形式	设置位置	材料类型		材料类型
1	尚志下水库	严寒地区	施工详图	41	Ⅵ	-45	GB塑性填料	48.2	/	/	5	涂覆型	聚脲	25	10	10	0	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
2	清原下水库	严寒地区	施工详图	49	Ⅵ	-38.2	GB塑性填料	80	0	0	26.4	涂覆型	聚脲	22	10	16	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
3	抚宁下水库	寒冷地区	施工详图	66	Ⅶ	-26.4	GB塑性填料	80	7.6	2.4	11.2	涂覆型	聚脲	39	8	11.2	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
4	周宁上水库	寒冷地区	竣工	77.6	Ⅵ	-8.9	SR塑性填料	100	0	6	20	锚固型	三元乙丙橡胶	5.6	5	1.2	11.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
5	沂蒙下水库	温和地区	竣工	78.6	Ⅶ	-16.8	GB塑性填料	60	0	0	11	涂覆型	聚脲	40	8	10	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
6	松阳上水库	寒冷地区	施工详图	85.5	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	100	12	6	20	涂覆型	聚脲	20	5	1.2	11.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
7	清原上水库	严寒地区	施工详图	89.2	Ⅵ	-40.6	GB塑性填料	110	21.25	2.5	20	涂覆型	聚脲	25	10	14	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
8	黔南	温和地区	施工详图	90	Ⅶ	/	SR塑性填料	110	24	6	32	锚固型	SR盖片	8	5	10	0.12	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
9	尚志上水库	严寒地区	施工详图	93	Ⅵ	-46.4	GB塑性填料	120	/	5	7	涂覆型	聚脲	33	10	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
10	松阳下水库	寒冷地区	施工详图	93	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	100	12	6	20	涂覆型	聚脲	20	5	1.2	11.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
11	长龙山水库	严寒地区	竣工	100.2	Ⅵ	-13.5	SR塑性填料	150	0	6	28	锚固型	三元乙丙橡胶	12.4	5	1.5	11.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
12	文登上水库	寒冷地区	竣工	101	Ⅶ	-24.3	GB塑性填料	80	0	4	24	涂覆型	聚脲	30	10	10	10	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
13	察汗乌苏	/	竣工	110	/	/	SR塑性填料		15	15	42.48	锚固型	SR盖片	10	8	9.2	1.2	否	/	/	/	橡胶棒	水电站
14	尚义上水库	严寒地区	施工详图	115	Ⅶ	-30.8	CBMS硅基塑性填料	80/95	/	0/1	24.4/26.2	涂覆型	聚氟	22/21	10	16/18	2	否	/	/	环氧类	三元乙丙橡胶棒	抽水蓄能
15	丰宁上水库	严寒地区	施工详图	120.3	Ⅵ	-35.8	GB塑性填料	68.9	0	0	32	涂覆型	聚脲	/	8	10	2	否	/	/		氯丁橡胶棒	抽水蓄能
16	董箐	温和地区	竣工	150	Ⅵ	-4.3	SR塑性填料	434	20	2	40	锚固型	SR盖片	10	10~6	10	0.2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
17	阿尔塔什电站	/	竣工	164.8	/	/	GB柔性填料	200	13.5	/	/	锚固型	GB复合三元乙丙盖板	10	6	11	1	否	/	/	/	PVC	水电站
18	洪家渡电站	温和地区	竣工	179.5	Ⅵ	-6.5	GB柔性填料	70	20	2	40	锚固型	GB三复合橡胶板	10	6	10	0.2	否	/	/	/	PVC棒	水电站
19	三板溪电站	温和地区	施工详图	185.5	Ⅶ	/	SR柔性填料	70	82	1.8	33	锚固型	SR盖片	7.2	6	10	0	否	/	/	沥青乳剂量	氯丁橡胶棒	水电站
1	玛尔挡电站	/	施工详图	211	Ⅶ	/	塑性填料	539	42.6	15	72.2	锚固型	三元乙丙橡胶	10	5	22.4	2.4	是	波形锚固	V型槽顶部	/	复合橡胶板	水电站
2	江坪河电站	/	竣工	219	/	/	纳米SR塑性填料	90	90	/	50	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	6	10	1.5/1	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
3	猴子岩电站	/	竣工	223.5	/	/	塑性填料	110	29	/	/	锚固型	三复合橡胶板	10	5	10	5	否	/	/	/	PVC	水电站
4	水布垭电站	/	竣工	233	/	/	塑性填料	407	16	16	22	锚固型	三元乙丙橡胶板	10	5	10	0	否	/	/	/	橡胶棒	水电站
5	拉哇电站	寒冷地区	施工详图	242.5	Ⅸ	/	塑性填料	1400	30	30	62.2	锚固型	三元乙丙橡胶	10	5	12	2	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
6	大石峡电站	/	施工详图	247	Ⅶ	-22	塑性填料	482/342/684/898	28	14/11/18/22	38/34/10/13	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	4	10	0	是	波形锚固	V型槽顶部	3mm厚聚脲涂层	PVC	水电站

附表A 顶部塑性填料

图集号

审核

校对

设计

页

83

A.3 统计国内已建/在建面板堆石坝张性垂直缝设计参数，见下表3。

表3 国内已建/在建面板堆石坝张性垂直缝设计参数统计表

序号	工程名称	地处环境	设计阶段	最大坝高/m	地震烈度	极端最低温度	张性垂直缝表层止水															电站类型	
							填料					保护盖片			V型槽			波形止水带			底涂		橡胶棒
							类型	面积/cm2	半径/cm	凸起高度/cm	与面板接触长度/cm	锚固型式	材料类型	单侧与混凝土接触长度/cm	深度/cm	顶部宽度/cm	底部宽度/cm	是否设置	连接形式	设置位置	材料类型		材料类型
1	尚志下水库	严寒地区	施工详图	41	Ⅵ	-45	GB塑性填料	100	/	3.5	8	涂覆型	聚脲	22	10	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
2	清原下水库	严寒地区	施工详图	49	Ⅵ	-38.2	GB塑性填料	100	12.2	3	26.4	涂覆型	聚脲	22	10	14	0	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
3	抚宁下水库	寒冷地区	施工详图	66	Ⅶ	-26.4	GB塑性填料	150	20	4.5	25.7	涂覆型	聚脲	30	8	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
4	周宁上水库	寒冷地区	竣工	77.6	Ⅵ	-8.9	SR塑性填料	200	10	20	20	锚固型	三元乙丙橡胶	5.6	10	11.2	0	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
5	沂蒙下水库	温和地区	竣工	78.6	Ⅶ	-16.8	GB塑性填料	150	20	4	24	涂覆型	聚脲	33	8	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
6	松阳上水库	寒冷地区	施工详图	85.5	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	300	10	10	60	涂覆型	聚脲	20	10	11.2	0	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
7	清原上水库	严寒地区	施工详图	89.2	Ⅵ	-40.6	GB塑性填料	130	12.125	4	18	涂覆型	聚脲	31	10	14	0	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
8	黔南	温和地区	施工详图	90	Ⅶ	/	SR塑性填料	398	15	15	30	锚固型	SR盖片	8	10	20	0.03	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
9	尚志上水库	严寒地区	施工详图	93	Ⅵ	-46.4	GB塑性填料	190	/	7.5	12	涂覆型	聚脲	33	10	12	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
10	松阳下水库	寒冷地区	施工详图	93	Ⅵ	-9.9	SR塑性填料	300	10	10	60	涂覆型	聚脲	20	10	11.2	0	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
11	长龙山水库	严寒地区	竣工	100.2	Ⅵ	-13.5	SR塑性填料	300	15	15	30	锚固型	三元乙丙橡胶	8	10	11.2	0	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
12	文登上水库	寒冷地区	竣工	101	Ⅶ	-24.3	GB塑性填料	200	20	9	33	涂覆型	聚脲	30	10	10	2	否	/	/	环氧类	氯丁橡胶棒	抽水蓄能
13	察汗乌苏	/	竣工	110	/	/	SR塑性填料	/	15	15	42.48	锚固型	SR盖片	10	8	9.2	1.2	否	/	/	/	/	水电站
14	尚义上水库	严寒地区	施工详图	115	Ⅶ	-30.8	CBMS硅基塑性填料	100	/	3	26.5	涂覆型	聚氟	22	10	14	0	否	/	/	环氧类	三元乙丙橡胶棒	抽水蓄能
15	丰宁上水库	严寒地区	施工详图	120.3	Ⅵ	-35.8	GB塑性填料	230	20	12	23.8	涂覆型	聚脲	/	8	10	2	否	/	/		氯丁橡胶棒	抽水蓄能
16	董箐	温和地区	竣工	150	Ⅵ	-4.3	SR塑性填料	434	22	22	44	锚固型	SR盖片	10	10	20	4	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
17	阿尔塔什电站	/	竣工	164.8	/	/	GB柔性填料	700	21.1	21.1	/	锚固型	GB复合三元乙丙盖板	10	10	15	2	是	波形锚固	V型槽顶部	/	PVC	水电站
18	洪家渡电站	温和地区	竣工	179.5	Ⅵ	-6.5	GB柔性填料	880	22	22	44	锚固型	GB三复合橡胶板	10	10	20	4	否	/	/	/	PVC棒	水电站
19	三板溪电站	温和地区	施工详图	185.5	Ⅶ	/	SR填料	960	23.5	23.5	50	锚固型	SR盖片	10	10	20	4	否	/	/	/	PVC棒	水电站
1	玛尔挡电站	/	施工详图	211	Ⅶ	/	塑性填料	539	33.6	25	82.8	锚固型	三元乙丙橡胶	10	10	21.2	1.2	是	波形锚固	V型槽顶部	/	复合橡胶棒	水电站
2	江坪河电站	/	竣工	219	/	/	GB塑性填料	900	24	24	/	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	10	20	4	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
3	猴子岩电站	/	竣工	223.5	/	/	柔性填料	603/957	20/25	20/25	/	锚固型	三复合橡胶板	10	5	10	5	否	/	/	/	PVC	水电站
4	水布垭电站	/	竣工	233	/	/	塑性填料	407	16	16	22	锚固型	三元乙丙橡胶板	10	5	10	0	否	/	/	/	橡胶棒	水电站
5	拉哇电站	寒冷地区	施工详图	242.5	Ⅸ	/	塑性填料	1400	30	30	67.2	锚固型	三元乙丙橡胶	10	10	21	1	否	/	/	/	氯丁橡胶棒	水电站
6	大石峡电站	/	施工详图	247	Ⅶ	-22	塑性填料	898/684	28	22/18	13	锚固型	三元乙丙增强盖片	10	4	10	0	是	波形锚固	V型槽顶部	3mm厚聚脲涂层	PVC	水电站

附表A 顶部塑性填料

图集号

审核

校对

设计

页

84

A.4 统计国内已建/在建面板堆石坝接缝止水塑性填料技术指标，见下表4。

表4 国内已建/在建面板堆石坝接缝止水塑性填料技术指标统计表

序号	工程名称	大坝高	塑性材料类型	特殊条件			基本技术指标															
							浸泡质量损失率/%			密度 /(g/cm ³)	抗渗性	拉伸粘结性能								流动止 水长度 /mm	流淌值 （下垂度）	针入度 /(0.1mm)
				严寒气候	高地 震烈 度	强紫 外线	水	饱和氢 氧化钙 溶液	10%氯 化钠溶 液			常温，干燥		常温，浸泡		低温，干燥		300次冻融循环				
												断裂伸长率/%	黏结性能	断裂伸长率/%	黏结性能	断裂伸长率/%	黏结性能	断裂伸长率/%	黏结性能			
1	尚志下水库	41	GB塑性填料	严寒地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	不流淌	≥100
2	清原下水库	49	GB塑性填料	严寒地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	不流淌	≥100
3	抚宁下水库	66	GB塑性填料	寒冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125%	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥150	≤2mm	≥100
4	周宁上水库	77.6	SR塑性填料	夏热冬冷地区	无	无	≤1	≤1	≤1	≥1.15	≥2.0MPa	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥125	不破坏	≥300	不破坏	≥150	≤1mm	≥80
5	沂蒙下水库	78.6	GB塑性填料	无	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	≤2mm	≥100
6	松阳上水库	85.5	SR塑性填料	夏热冬冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	≥2.0MPa	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥125	不破坏	≥300	不破坏	≥150	≤2mm	≥80
7	清原上水库	89.2	GB塑性填料	严寒地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	不流淌	≥100
8	黔南抽蓄	90	SR塑性填料	温和地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125%	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	≤2mm	≥100
9	尚志上水库	93	GB塑性填料	严寒地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	不流淌	≥100
10	松阳下水库	93	SR塑性填料	夏热冬冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	≥2.0MPa	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥125	不破坏	≥300	不破坏	≥150	≤2mm	≥80
11	长龙山上水库	100.2	SR塑性填料	夏热冬冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥450	不破坏	≥350	不破坏	≥200	不破坏	≥450	不破坏	≥130	≤2mm	≥100
12	文登上水库	101	GB塑性填料	寒冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125	不破坏	≥125	不破坏	≥50	不破坏	≥125	不破坏	≥130	≤2mm	≥100
13	察汗乌苏电站	110	SR塑性填料				±3	±3	±3	≥1.15	/	≥400%	不破坏	≥400%	不破坏	≥200%	不破坏	≥300%	不破坏		≤1mm	≥100
14	丰宁上水库	120.3	GB塑性填料	严寒地区	无	无	≤3	≤3	≤3	≥1.15	/	≥400%	不破坏	/	不破坏	≥200%	不破坏		不破坏		≤1mm	≥100
15	董箐	150	SR塑性填料	温和地区	无	无	3		3	1.3~1.5	稳压64h不渗水	≥400%	不破坏	/	/	>200	不破坏	/	不破坏	>2.5MPa	不流淌	≥100
16	阿尔塔什电站	164.8	GB填料	/	/	/	≤2	≤2	≤2	1.5±0.1	/	≥200%	不破坏	≥200%	不破坏	≥100%	不破坏	≥200%	不破坏	≥140	不流淌	≥100
17	洪家渡电站	179.5	GB柔性填料	温和地区	无	无	3	/	3	1.3~1.5	稳压64h不渗水	≥400%	不破坏	/	/	>200	不破坏	/	不破坏	>2.5MPa	不流淌	≥100
18	玛尔挡电站	211	塑性填料	/	/	/	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥300%	不破坏	≥300%	不破坏	≥240%	不破坏	≥300%	不破坏	≥150	≤2mm	≥80
19	江坪河电站	219	纳米SR塑性填料	/	/	/	≤2	≤2	≤2	1.5±0.0	≥2	≥450%	不破坏	≥250%	不破坏	≥200%	不破坏	≥250%	不破坏	≥135	≤2mm	8~14
20	拉哇电站	242.5	塑性填料	寒冷地区	ⅠⅩ度	有	≤2	≤2	≤2	≥1.40	/	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥300	不破坏	≥150	不流淌	≥80
21	大石峡电站	247	塑性填料	寒冷地区	无	无	≤2	≤2	≤2	≥1.15	/	≥125%	不破坏	≥125%	不破坏	≥50%	不破坏	≥125%	不破坏	≥150	≤2mm	≥80

附表A 顶部塑性填料

图集号

审核

校对

设计

页

85

参考文献

[1] 国家电力公司贵阳勘测设计研究院.《乌江洪家渡水电站工程混凝土面板坝接缝止水详图》[Z].2002.09.

[2] 国家电力公司中南勘测设计研究院.《三板溪水电站工程主坝止水系统结构图》[Z].2003.08.

[3] 水利部新疆维吾尔自治区水利水电勘察设计研究院.《阿尔塔什水利枢纽工程混凝土面板坝接缝止水结构图》[Z].2015.08.

[4] 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司.《新疆阜康抽水蓄能电站工程上水库面板堆石坝及库盆接缝止水》[Z].2022.05.

[5] 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司.《大石峡水利枢纽工程混凝土面板砂砾石坝面板接缝止水结构布置图》[Z].2023.02.

[6] 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司.《黄河玛尔挡水电站工程面板止水图》[Z].2022.02.

[7] 中国水电顾问集团贵阳勘测设计研究院.《北盘江董箐水电站工程混凝土面板坝接缝止水图》[Z].2006.12.

[8] 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司.《江坪河水电站工程混凝土面板堆石坝止水系统结构图》[Z].2015.8.

[9] 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司.《猴子岩水电站工程混凝土面板堆石坝接缝止水布置图》[Z].2016.06.

[10] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 水工建筑物止水带技术规范: DL/T 5215-2005 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

[11] 国家能源局. 混凝土面板堆石坝接缝止水技术规范: DL/T 5115-2016 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2016.

[12] 林铭山. 国网新源控股有限公司抽水蓄能电站工程通用设计丛书 工艺设计分册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2016.

[13] 杨泽艳, 湛正刚, 文亚豪, 等. 洪家渡水电站工程设计创新技术与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.

[14] 国际大坝委员会. 混凝土面板堆石坝设计与施工概念[M]. 王兴会, 胡苏萍, 译. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.

[15] 曹克明. 混凝土面板堆石坝[M]. 北京: 水利水电出版社, 2008.

[16] 马长顺. 混凝土面板堆石坝施工质量控制指南[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004.

[17] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 水工建筑物塑性嵌缝密封材料技术标准: DL/T 949-2005 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

[18] 国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 2 部分: 密度的测定: GB/T 13477.2-2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 3 部分: 使用标准器具测定密封材料挤出性的方法: GB/T 13477.3-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑密封材料试验方法 第 5 部分: 表干时间的测定: GB/T 13477.5-2002 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.

[21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 建筑密封材料试验方法 第 6 部分: 流动性的测定: GB/T 13477.6-2002 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.

[22] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 8 部分: 拉伸粘结性的测定: GB/T 13477.8-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[23] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 10 部分: 定伸粘结性的测定: GB/T 13477.10-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[24] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 11 部分: 浸水后定伸粘结性的测定: GB/T 13477.11-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[25] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 17 部分: 弹性恢复率的测定: GB/T 13477.17-2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[26] 国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会. 建筑密封材料试验方法 第 12 部分: 同一温度下拉伸-压缩循环后粘结性的测定: GB/T 13477.12-2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[27] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 建筑防水涂料试验方法: GB/T 16777-2008 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[28] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 高分子防水材料 第 1 部分: 片材: GB/T 18173.1-2012 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.

[29] 国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会. 喷涂聚脲防水涂料: GB/T 23446-2025 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2025.

[30] 国家能源局. 水工建筑物抗冰冻设计规范: NB/T 35024-2025 [S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2025.

[31] 工业和信息化部. 单组分聚脲防水涂料: JC/T 2435-2018 [S]. 北京: 建材工业出版社, 2018.

[32] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑与市政工程防水通用规范: GB 55030-2022 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022.

[33] 中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司. 《柳树沟水电站工程混凝土面板堆石坝接缝止水布置修改图》 [Z].2012.03.

[34] 中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司. 《清原抽水蓄能电站工程下水库混凝土面板堆石坝接缝止水布置图》 [Z].2021.08.

[35] 300m 级高面板堆石坝接缝止水系统变形适应性研究. 中国水利水电科学研究院水利部水工程建设与安全重点实验室, 2009.03

[36] 中国水利水电科学研究院, 中国大坝协会. 布西大坝安全评估及处理措施研究总报告[R]. 2014.

[37] 王培杰, 谭春, 马智法, 等. 蒲石河抽水蓄能电站上水库大坝面板接缝治理研究[J]. 山西建筑, 2017, 43(31).

[38] 许鑫, 苏仁庚, 勾仕禧. 天生桥一级水电站面板局部破损处理措施建议[J]. 水电与新能源, 2018, 32(5): 61-65.

[39] 邢林生, 朱锦杰, 赵晓宇. 天生桥一级大坝面板挤压破损分析[J]. 水力发电学报, 2008, 27(5).

[40] 雷红军, 施睿, 孙亚民. 天生桥一级大坝面板挤压破损发展情况及分析[J]. 大坝与安全, 2021(4).

[41] 国家能源局. 水电水利工程聚脲涂层施工技术规程: DL/T 5317-2016 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2014.

[42] 国家能源局. 水工建筑物封缝防渗聚脲应用技术规范: NB/T 11569-2024 [S]. 北京: 中国电力出版社, 2024.

[43] 周恒, 陆希, 沈振中, 等. 深厚覆盖层上高面板堆石坝关键技术及实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2022.

[44] 酆能惠. 高混凝土面板堆石坝新技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.

[45] 贾金生, 酆能惠, 徐泽平, 等. 高混凝土面板坝安全关键技术研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2014.

[46] 孙志恒. 单组分聚脲在水工混凝土缺陷修补及防护中的应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2020.