

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1777—2021

灌区输水建筑物降糙防护技术导则

Technical guideline for roughness reduction & protection of water conveyance structure in irrigated areas

2021 - 08 - 13 发布

2021 - 11 - 13 实施

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》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。

本文件由宁夏回族自治区水利厅提出、归口并实施。

本文件起草单位：宁夏回族自治区固海扬水管理处、中国水利水电科学研究院、宁夏固海水利建筑安装工程有限公司、北京中水科海利工程技术有限公司。

本文件主要起草人：陶东、赵波、马宇、郭振莉、于国兴、夏世法、马文波、晁海、徐潇、余自业、顾宁、王绪存、丁良杰、杨军、张勇、王桂萍、田彦霞、吴晓波、贾永军、李云峰、李秀琳、杨伟才、张福成、鲍志强、马临涛、付颖千、肖俊、马龙、马杰。

灌区输水建筑物降糙防护技术导则

1 范围

本文件规定了灌区输水建筑物表面降糙防护工程中对材料、降糙防护施工、涂层缺陷处理、质量控制与检验及安全与环境保护等方面的要求。

本文件适用于宁夏地区灌区渡槽、渠涵、隧洞等混凝土输水建筑物降糙防护工程。

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 2567 树脂浇铸体性能试验方法
- GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB 8624-2018 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 16777 建筑防水涂料试验方法
- GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料安全性评价标准
- GB/T 22374 地坪涂装材料
- GB/T 23446 喷涂聚脲防水涂料
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- DL 5162 水电水利工程施工安全防护设施技术规范
- DL/T 5193 环氧树脂砂浆技术规程
- DL/T 5315 水工混凝土建筑物修补加固技术规程
- DL/T 5370 水电水利工程施工通用安全技术规程
- DL/T 5373 水电水利工程施工作业人员安全操作规程
- DL/T 5406 水电水利工程化学灌浆技术规范
- JC/T 2217 环氧树脂防水涂料
- JTS 311 港口水工建筑物修补加固技术规范
- SL 352 水工混凝土试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

糙率 coefficient of roughness

综合反映管渠壁面粗糙情况对水流阻力影响的无量纲数，又称粗糙系数。

3.2

降糙防护 roughness reduction and protection

通过降低输水建筑物混凝土表面粗糙程度、改变表面性质以降低过流表面糙率，提高输水能力，并防止或延缓过流表面再度糙化的表面防护技术和方法。

3.3

强韧性涂层材料 high toughness coating materials

具有良好强度和韧性的材料，其典型材料杨氏弹性模量在100 MPa以上。

3.4

弹性涂层材料 elastic coating materials

具有良好橡胶弹性的材料，其典型材料杨氏弹性模量在10 MPa以下。

3.5

基层 substrate

需进行降糙防护或修补处理的混凝土表面。

3.6

界面剂 primer

预先涂于基层的胶黏剂，以改善降糙防护涂层与基层的粘接性能，也称底涂。

3.7

聚合物改性水泥砂浆 polymer modified cement mortar

以水分散性或水溶性聚合物为主要改性剂的水泥砂浆材料。

3.8

环氧树脂砂浆 epoxy resin mortar

以环氧树脂、固化剂及其他添加剂为胶结物质，与一定级配填料组成的砂浆材料。

3.9

露点温度 dew point temperature

在空气中水汽含量不变，保持气压一定的情况下，使空气冷却达到饱和时的温度。

3.10

层间结合剂 inter layer binder

涂覆在已固化降糙防护涂层表面，用于增加新旧两道涂层之间粘结强度的材料。

3.11

空隔层 space separation layer

由分隔材料覆盖在伸缩缝表面与防护涂层之间形成可适应伸缩缝变形的隔离层。

4 总则

4.1 输水建筑物在降糙防护方案确定前，宜根据建筑物运行状态确定是否需要按照相关规程规范的要求进行建筑物安全检测与评估。

4.2 混凝土表面降糙防护应根据防护目的、工程特点和环境条件确定相应防护方案。

4.3 输水建筑物降糙防护工程设计服役寿命应不低于10年。

4.4 降糙防护工程宜采用有机涂层材料，所用材料应符合GB/T 17219的要求。

4.5 降糙防护材料的表面糙率宜经过试验验证满足设计和工程要求。

4.6 表面降糙防护涂层的厚度应根据使用部位和运行条件确定，且弹性降糙防护涂层厚度不应小于1.5 mm，强韧性降糙防护涂层厚度不应小于0.5 mm。

- 4.7 采用强韧性防护涂层的工程，基层混凝土强度等级不应低于 C20，否则应进行强化处理。降糙防护涂层施工前应对基层混凝土强度进行检测。
- 4.8 降糙防护工程采用新材料、新工艺和新技术时，应经过充分的技术论证。
- 4.9 降糙防护涂层的施工应由具有相关施工经验的专业队伍进行施工，操作人员应进行专业培训。
- 4.10 降糙防护工程施工作业现场应做好人员安全防护，并采取必要的环境保护措施。
- 4.11 灌区输水建筑物的降糙防护施工，除应符合本文件规定外，还应符合国家现行有关标准的规定。

5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工所用材料应有产品合格证和性能检测报告。材料进场后，应进行抽检，合格后方可使用。
- 5.1.2 所有进场材料应包装完整、标识清晰，并应存放在干燥、通风的库房内。有具体存储要求的材料应按要求存储。
- 5.1.3 施工所用产品及材料不应对人体、生物与环境造成有害影响，所涉及与使用有关的安全与环保要求，应符合相应国家标准和规范的规定。
- 5.1.4 停水期容易积累杂草等易燃物的输水建筑物，降糙涂层材料应符合 GB 8624-2018 中铺地材料等级 C 的燃烧性能要求。

5.2 降糙防护涂层材料分类

- 5.2.1 降糙防护涂层材料按力学性能特点分为弹性涂层材料和强韧性涂层材料。
- 5.2.2 弹性涂层材料宜用于渡槽工程过流面的降糙防护及伸缩缝部位处理。强韧性涂层材料宜用于涵洞、隧洞等可能在外水内渗工程过流面的降糙防护，也可用于渡槽工程的过流面降糙防护。
- 5.2.3 弹性涂层材料宜采用高性能聚脲、聚氨酯涂层材料，也可采用其他粘接性能及耐水、耐冲刷性能好的有机涂层材料。
- 5.2.4 强韧性涂层材料宜采用环氧树脂或改性环氧类材料，也可采用其他粘接性能及耐水、耐冲刷性能好的有机涂层材料。

5.3 降糙涂层材料技术要求

- 5.3.1 弹性涂层材料性能见表 1。

表1 弹性涂层材料性能要求

序号	项目	技术指标	试验方法	
1	固体含量 /%	≥80	GB/T16777或GB/T 23446	
2	表干时间 /h	≤4		
3	硬度 /邵A	≥50		
4	拉伸性能	拉伸强度 /MPa		≥15
		断裂伸长率 /%		≥280
5	粘接强度 /MPa	≥2.5		
6	撕裂强度 / (kN/m)	≥40		

表1 弹性涂层材料性能要求（续）

序号	项目	技术指标	试验方法
7	低温弯折性 /℃	≤-45	GB/T16777或GB/T 23446
8	不透水性 (0.4MPa×2h)	不透水	
9	吸水率 /%	<5	

5.3.2 强韧性涂层材料按性能分为 I 型和 II 型。I 型和 II 型均宜用于涵洞、隧洞等工程，II 型也可用于渡槽等工程。I 型和 II 型强韧性涂层材料的性能见表 2 和表 3。

表2 I 型强韧性涂层材料性能要求

序号	项目	技术指标	试验方法	
1	固体含量 /%	≥95	GB/T 16777	
2	表干时间 /h	≤6		
3	拉伸性能	拉伸强度 /MPa	≥15	GB/T 2567
		断裂伸长率 /%	≥5	
4	粘接强度	干基面 /MPa	≥2.5	DL/T 5193
		潮湿基面 /MPa	≥2.0	
5	抗渗压力 /MPa(0.5 mm厚度)	≥1.0	JC/T 2217	
6	抗冻性 (200次循环)	涂层无开裂、起皮、剥落	SL 352	

表3 II 型强韧性涂层材料性能要求

序号	项目	技术指标	试验方法	
1	固体含量 /%	≥95	GB/T 16777	
2	表干时间 /h	≤6		
3	拉伸性能	拉伸强度 /MPa	≥12	GB/T 2567
		断裂伸长率 /%	≥10	
4	粘接强度	干基面 /MPa	≥2.5	DL/T 5193
		潮湿基面 /MPa	≥2.0	
5	热相容性	干热循环 (30次)	涂层无开裂、起皮、剥落	DL/T 5193
		湿热循环 (30次)	涂层无开裂、起皮、剥落	
6	抗冻性 (200次循环)	涂层无开裂、起皮、剥落	SL 352	
7	耐冲击性 (1000g钢球, 1 mm厚度)	涂层无开裂、剥落	GB/T 22374	

5.4 基层修补材料技术要求

5.4.1 用于基层修补处理的材料，其力学性能应不低于基层混凝土强度等级指标要求，并满足工程设计要求。常用基层修补材料与用途见附录 A.1。

5.4.2 化学灌浆材料性能应符合 DL/T 5406 的要求。

5.4.3 聚合物改性水泥砂浆材料性能应符合 JTS 311 的要求。

5.4.4 环氧树脂砂浆材料性能应符合 DL/T 5193 的要求。

5.5 抽样检验

5.5.1 同一规格的表面降糙防护材料每 10 t 为一个批，不足 10 t 的按一批计。

5.5.2 每批产品的抽样应符合 GB/T 3186 的规定。每种规格表面降糙防护材料抽样至少 4 kg。抽取的样品应分为两份，一份用于进场检验，一份留样。样品应放入不与材料发生反应的干燥密封容器中，密封保存。

5.5.3 表面降糙防护材料性能应符合表 1~表 3 的规定。进场抽样检验项目应包括固体含量、表干时间、拉伸性能和粘接性能。

5.5.4 表面降糙防护材料的抽检结果全部满足规定要求时为合格。若其中有一项不符合要求，应在受检样品中加倍制样进行该项复检。复检结果均为合格的，应判定该批产品合格，否则应判定该批产品不合格。

5.5.5 基层修补材料及其他配套材料的抽样检验应按相关标准或设计要求进行。

6 降糙防护施工

6.1 一般规定

6.1.1 降糙防护作业环境温度宜不低于 5 ℃，相对湿度宜不超过 85%，且基面温度应比露点温度至少高 3 ℃。不应在雨天及大风扬尘天气下露天施工。露点温度的确定见附录 B.1。

6.1.2 混凝土表面需要强化时，宜采用渗透型环氧涂料进行渗透处理。

6.1.3 混凝土基层裂缝修补、渗漏处理、剥蚀修补等应按 DL/T 5315 的规定进行。

6.1.4 根据现场具体条件和降糙防护材料施工工艺要求确定采用涂刷、滚涂、喷涂或刮涂等适合的施工方法。

6.2 伸缩缝部位处理

6.2.1 渡槽等伸缩缝、结构缝的处理宜采用附录 C 描述的方法进行。

6.2.2 涵洞、隧洞等伸缩缝、结构缝的处理宜采用 DL/T 5315 中给出的凿槽粘贴法或内部锚固法进行。

6.3 降糙防护涂层施工

6.3.1 降糙防护前应进行基面清理，去除混凝土表面浮尘、油污或其他污染物。

6.3.2 混凝土松动、劣化部位应清除，宜采用环氧树脂砂浆或聚合物改性水泥砂浆进行修复。

6.3.3 基层混凝土气孔、局部微缺陷等部位宜采用环氧树脂腻子进行封闭、修补。处理后的基面应坚固、平整，平整度应符合 GB 50204 规定的要求。

6.3.4 施工工艺和方法应按照降糙防护材料的技术要求进行。多层施工的层间间隔时间应按产品技术要求控制。

6.3.5 降糙防护涂层施工后的涂层表面应平整、无流挂、无漏涂，如发现缺陷应及时修补。

6.3.6 施工后 24h 内应避免雨淋、触碰，以防止对降糙防护涂层性能和完整性造成影响。

6.3.7 降糙防护施工后应按材料养护要求进行养护，养护期间应避免浸水和外力冲击，达到养护时间后方可通水运行。养护期宜为 7 d~14 d，最高气温在 10 ℃ 以下时，可根据产品特点适当延长时间。

7 涂层缺陷处理

- 7.1 降糙防护涂层存在流挂、针孔、鼓包、开裂、剥落及损伤等缺陷时，应进行修补处理。
- 7.2 修补时应首先确定缺陷部位并划定缺陷范围，割除表面涂层材料，并对露出的混凝土基面和割口周边 15 cm ~ 20 cm 范围内涂层进行打磨和清理，修补前基面应干燥、洁净。
- 7.3 在修补范围内重新涂覆降糙防护材料。为保证新老材料层间结合牢固，可涂刷层间结合剂。

8 质量控制与检验

8.1 基础处理和界面剂涂刷质量

- 8.1.1 目测基层应无油污、灰尘、污物、浮浆和松散颗粒，表面应平整、坚实、洁净、干燥。
- 8.1.2 目测界面剂应均匀、无漏涂、无流挂、无堆积。

8.2 降糙防护涂层质量

- 8.2.1 使用界面剂时，降糙防护涂层的施工与界面剂涂覆间隔时间应按照产品说明进行控制。
- 8.2.2 降糙防护涂层的质量应满足以下要求：
 - 外观应平整，无流挂、漏涂、针孔、鼓包、开裂等缺陷。涂层平整度应符合 GB 50204 的规定；
 - 涂层与基层粘接强度应不小于 2.5 MPa，或破坏形式为混凝土基层内聚破坏；
 - 涂层平均厚度应满足设计要求，最小厚度应不小于设计厚度的 90%，小于设计厚度的测定比例不应大于 5%。
- 8.2.3 降糙防护涂层的粘接强度宜在达到养护期后进行。每 400 m²取 5 个测点进行检测，不足 400 m²按 400 m²计。粘接强度的现场检测应按照附录 D 描述的试验方法进行。
- 8.2.4 涂层厚度测定频度宜与粘接强度相同，数值可通过直接测量拉拔试柱上的涂层厚度得到。

9 安全与环境保护

- 9.1 施工应符合 DL/T 5370 和 DL/T 5373 的有关规定。安全防护设施应符合 DL 5162 的有关规定。
- 9.2 对产生粉尘、噪声、有毒、有害物质及危害因素的施工生产作业场所，应制定职业健康与环境保护措施。
- 9.3 施工中有有机材料的储存应符合 DL/T 5370 中有关易燃物品的规定。
- 9.4 施工作业时应穿防护服，正确佩戴防尘防护用品，避免皮肤直接接触施工物料。存在飞溅危险时，应正确佩戴安全防护眼镜和防护面具。
- 9.5 封闭或半封闭空间施工应配备通风设施，确保施工区域内粉尘、烟尘、废气及时排除。
- 9.6 施工废水、生活污水应符合污水综合排放标准。废弃原材料、施工弃渣、清洗剂等应按有关要求统一处理。

附 录 A
(资料性)
常用基层修补材料与用途

A.1 常用基层修补材料与用途见表 A.1。

表A.1 常用基层修补材料与用途

分类	名称	主要用途
灌浆材料	环氧树脂灌浆材料	混凝土裂缝的补强加固和防渗处理
	聚氨酯灌浆材料	混凝土裂缝的止水、防渗堵漏处理
	丙烯酸盐灌浆材料	混凝土裂缝的防渗堵漏处理
	丙烯酰胺(丙凝)灌浆材料	混凝土裂缝的防渗堵漏处理
	水泥(超细水泥)灌浆材料	混凝土裂缝、孔洞的补强加固和防渗处理
缺陷修补材料	聚合物改性水泥砂浆	混凝土缺陷修补
	环氧树脂砂浆	混凝土薄层缺陷修补
	环氧树脂腻子	混凝土基层麻面、气孔修补
	快速堵漏剂	快速堵漏
	水下不分散砂浆	水下缺陷修补
	水下环氧树脂砂浆	水下缺陷修补
伸缩缝处理材料	橡胶止水带	伸缩缝止水
	橡胶止水板	伸缩缝止水
	塑性填料	伸缩缝填充防渗
	腻子型密封止水条	伸缩缝密封防渗
	遇水膨胀橡胶止水材料	伸缩缝密封防渗
	聚硫密封胶	伸缩缝变形防渗
	聚氨酯密封胶	伸缩缝变形防渗
	硅酮密封胶	伸缩缝变形防渗
	弹性涂层材料	渡槽、渠涵等伸缩缝表面封闭止水
强韧性涂层材料	隧洞、涵洞等伸缩缝表面封闭止水	

附录 B
(资料性)
露点温度对照表

B.1 露点温度见表 B.1。

表B.1

环境温度	相对湿度								
	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
4℃	-5.0℃	-4.0℃	-3.0℃	-2.0℃	-1.0℃	1.0℃	1.0℃	2.0℃	3.0℃
6℃	-3.2℃	-2.1℃	-1℃	-0.1℃	0.9℃	1.8℃	2.8℃	3.7℃	4.5℃
8℃	-1.6℃	-0.4℃	0.8℃	1.8℃	2.8℃	3.8℃	4.7℃	5.6℃	6.5℃
10℃	0.1℃	1.3℃	2.6℃	3.7℃	4.7℃	5.7℃	6.7℃	7.6℃	8.4℃
12℃	1.9℃	3.2℃	4.5℃	5.6℃	6.6℃	7.7℃	8.6℃	9.6℃	10.4℃
14℃	3.7℃	5.1℃	6.4℃	7.5℃	8.6℃	9.6℃	10.6℃	11.5℃	12.4℃
16℃	5.6℃	7.0℃	8.3℃	9.5℃	10.5℃	11.6℃	12.5℃	13.5℃	14.4℃
18℃	7.4℃	8.8℃	10.2℃	11.4℃	12.4℃	13.5℃	14.5℃	15.4℃	16.3℃
20℃	9.3℃	10.7℃	12℃	13.3℃	14.4℃	15.4℃	16.4℃	17.4℃	18.3℃
22℃	11.1℃	12.5℃	13.8℃	15.2℃	16.3℃	17.4℃	18.4℃	19.4℃	20.3℃
24℃	12.9℃	14.4℃	15.7℃	17.0℃	18.2℃	19.3℃	20.3℃	21.3℃	22.3℃
26℃	14.8℃	16.2℃	17.6℃	18.8℃	20.1℃	21.2℃	22.3℃	23.2℃	24.2℃
28℃	16.6℃	18.1℃	19.5℃	20.8℃	22℃	23.2℃	24.2℃	25.2℃	26.2℃
30℃	18.4℃	20.0℃	21.4℃	22.7℃	23.9℃	25.1℃	26.2℃	27.2℃	28.2℃
32℃	20.3℃	21.9℃	23.3℃	24.6℃	25.8℃	27.0℃	28.1℃	29.2℃	30.1℃

附录 C

(规范性)

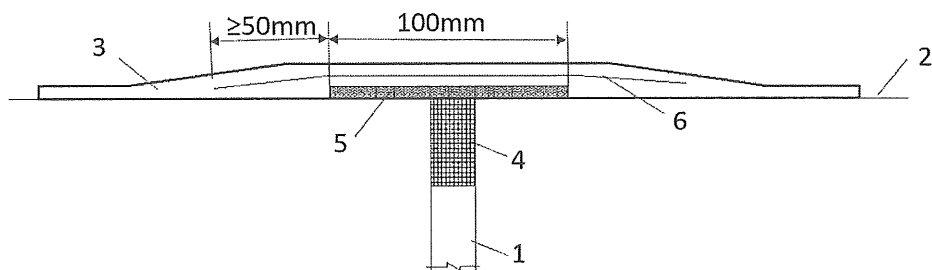
渡槽降糙防护伸缩缝处理方法

C.1 本方法适用于渡槽降糙防护中伸缩缝和结构缝部位的降糙防渗处理。

C.2 伸缩缝宜采用表面涂刷弹性降糙防护涂层方法处理，伸缩缝降糙防渗结构见图 C.1 所示。

C.3 伸缩缝部位的降糙防渗按下列步骤处理：

- a) 对伸缩缝两边 200 mm 范围内混凝土表面进行打磨处理，清除接缝内杂物；
- b) 对缝内及缝边混凝土表面进行清洗，晾干，如有缺陷应进行修补；
- c) 缝内涂刷界面剂后嵌填柔性密封材料，要求嵌填密实；
- d) 跨缝 100 mm 范围内涂刷界面剂，并粘贴丁基胶带作为空隔层；
- e) 设置空隔层后，接缝部位应涂覆弹性降糙防护材料，并宜与槽内降糙防护一并整体实施。
- f) 伸缩缝部位表面弹性降糙防护涂层的厚度应不小于 4 mm，并在中间复合胎基布，胎基布宽度应超出空隔层边界 50 mm 以上。



1-伸缩缝；2-混凝土基面；3-弹性降糙防护涂层；4-柔性密封材料；5-空隔层；6-胎基布

图C.1 伸缩缝降糙防渗结构示意图

C.4 伸缩缝部位表面涂层材料的养护应按本文件 6.3.7 要求执行。

附录 D
(规范性)

防护涂层粘接强度现场检测方法

D.1 适用范围

- D.1.1 本方法适用于混凝土表面防护涂层材料粘接强度的现场检验及判定。
- D.1.2 本方法也可用于混凝土表面抗拉强度的测定。

D.2 检测时间

- D.2.1 表面防护涂层粘接强度现场检验宜在达到涂层养护期后进行。
- D.2.2 如有特殊需要,也可由相关方协商确定检测时间。

D.3 仪器及辅料

D.3.1 检测仪器应符合下列要求:

- a) 附着力测试仪(拉拔仪)的精度在 $\pm 2\%$ 以内;
- b) 取芯尺寸为 (50.0 ± 1.0) mm, 钻筒刀口宽 (1.5 ± 0.5) mm;
- c) 圆柱形试柱,尺寸为 (50.0 ± 0.5) mm,钢制试柱厚度不小于20 mm,铝制试柱厚度不小于30 mm,粘接面平直度50 mm内0.1 mm。

D.3.2 快凝强力胶黏剂,与试柱、涂层表面粘接性能良好。

D.4 检验步骤

- D.4.1 用取芯钻垂直钻孔,深度应透过表面防护涂层并深入混凝土基层10 mm ~ 20 mm,切割时应尽量减小对混凝土基层的扰动。
- D.4.2 用砂纸打磨待测试防护涂层表面,并用溶剂擦拭干净,用快凝强力胶黏剂将直径为50 mm的标准试柱黏结到防护涂层待测面上。胶黏剂固化前不应受到扰动,固化时间根据胶黏剂性能确定。
- D.4.3 连接好拉拔仪,并以 (0.10 ± 0.02) kN/s (相当于0.05 MPa/s)的速率持续加力直至破坏,过程中应避免波动。记录破坏拉力值及破坏类型。

D.5 破坏类型及标记

D.5.1 测点结构分为两层:

- 混凝土基材,记为A;
- 降糙防护涂层(包括可能使用的界面剂层),记为B。

D.5.2 测点破坏形式包括以下3种类型,测点数据均为有效值。

- a) 混凝土基层内聚破坏,记为A型破坏;
- b) 混凝土基层与防护涂层之间粘接破坏,记为A/B型破坏;
- c) 降糙防护涂层内聚破坏,记为B型破坏。

D.5.3 如果粘接破坏发生在涂层与试柱之间,则测定数据为无效值,应予以舍弃。

D.6 试验结果

D.6.1 粘接强度试验结果的整理应符合下列规定：

a) 粘接强度应按下列公式计算，计算精确至 0.01 MPa：

$$\sigma = F/A \dots\dots\dots (D.1)$$

式中： σ ——粘接强度测定值（MPa）；

F ——破坏荷载（N）；

A ——粘接面积（mm²）。

b) 粘接强度检测结果应按下列规定进行确定：

- 1) 粘接强度值取一组 5 个测点检测有效值的算术平均值；
- 2) 一组测点中应至少有 3 个检测有效值，如不足 3 个，应重做试验；
- 3) 如果测点为 A 型破坏，且检验值低于设计值时，应不计入平均值计算，但应记为粘接合格测点。

c) 现场检测报告应包括每个测点的破坏形式、粘接破坏载荷和粘接强度的算术平均值。

