

OVM真空辅助灌浆系统及研究

吴仁

【摘要】本文介绍了真空辅助灌浆系统的技术优点、结构、OVM真空辅助灌浆原理及施工工艺、主要设备、技术要求、注意事项、金属波纹管在真空辅助灌浆中的应用情况及OVM真空辅助灌浆的部分工程实施情况。

【关键词】OVM真空辅助灌浆系统 塑料波纹管 真空泵 搅拌机 灌浆泵

一、概述

1、现有的有粘结预应力结构中存在的问题

在预应力砼结构中，高应力状态下的预应力筋对腐蚀极为敏感。预应力筋一旦遭受腐蚀，预应力将会失效，后果严重。现有的有粘结预应力结构中，预应力筋遭受的腐蚀一般为电化腐蚀和氧化锈蚀，解决腐蚀是通过水泥浆充满预埋孔道和预应力筋之间的空隙予以实现的。具体做法是在砼内预埋金属波纹管，在它和预应力筋间，用压浆机（活塞式或挤压式砂浆泵）压入搅拌好的水泥浆。这种传统的压浆工艺经许多工程实例的检测中，都发现在灌浆不密实、不饱满，预应力筋得不到有效的保护，存在事故隐患，降低了结构的耐久性。

2、具有优异防护性能的真空辅助灌浆系统—OVM真空辅助灌浆系统

◆该系统能提高浆体的流动性、降低水灰比、减少管道内的空气，从而提高浆体的饱满度和密实度，从而使预应力筋得到有效的保护

◆适用于OVM锚固体系



图1 真空灌浆效果

◆具有良好的密封性能和足够的强度

◆安装方便

◆对于一些异型关键部位，如弯形U形、竖向预应力筋更能体现真空灌浆的优势。

二、技术优点

OVM真空辅助灌浆系统既适用于塑料波纹管，也适用于金属波纹管，具有成本低、适用范围广的特点。以下仅以塑料波纹管为例说明该系统的优点。

1、塑料波纹管

OVM真空辅助灌浆系统采用塑料波纹管，与金属波纹管相比较，具有如下优点：

①摩擦阻力小，塑料波纹管是由高密度聚乙烯塑料HDPE制成，他比传统的金属波纹管摩擦系数小，下表是钢绞线束在两种波纹管中的摩擦系数理论值。

波纹管种类	μ	k
金属波纹管	0.16~0.25	0.001
塑料波纹管	0.12~0.15	0.001

μ —钢绞线与管道壁间的摩擦系数

k—考虑孔道局部偏差对摩擦系数的影响

②密封性好：塑料波纹管不漏气、不漏水，对于保护钢绞线束极为有利。

③耐腐蚀：在结构的使用过程中，塑料波纹管能有效保护预应力筋不被电化腐蚀和氧化腐蚀，且不必担心在施工过程中长久存放会引起生锈等腐蚀损坏。

④强度高,刚度大,在施工现场不怕踩压,混凝土浇筑时不易被振捣棒凿破,而金属波纹管则不能踩压、易变形、易于被振捣棒凿破。

⑤提高了预应力筋的耐疲劳能力。

⑥密封性能好,不漏气,不漏水。

2、保护罩

为保证锚头密封,在锚头(即锚垫板端面)上设置保护罩。该保护罩采取塑料制造,轻便美观,且具有一定的强度,不易破裂。为满足某些特殊

工程,如灌浆后需要拆卸保护罩,在保护罩内腔有一定斜度,易于拆卸。该保护罩可作为工具使用。

3、锚垫板

为保证锚垫板与保护罩的密封可靠,研制了特殊的锚垫板。同时保持了原有 OVM 锚固体系优异的锚下应力分布,使该系统具有极高的安全性能。采用金属波纹管时,采用的锚垫板有所不同。

4、连接套

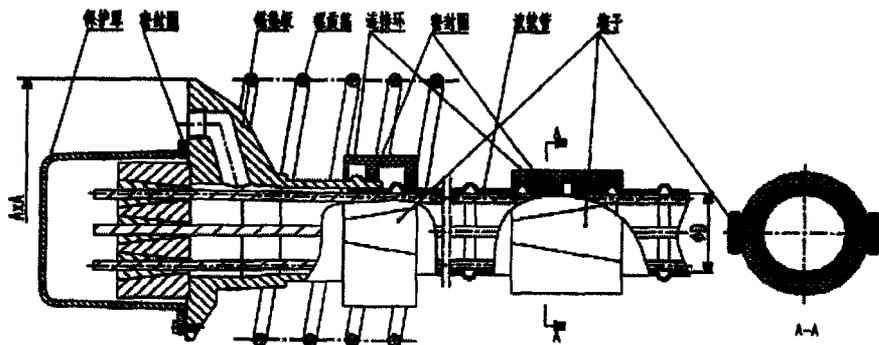


图 2 真空辅助灌浆系统安装图(塑料波纹管)

表 1 辅助灌浆系统用锚具结构尺寸(具体尺寸以 OVM 公司技术文件为准,下表仅供参考)

型号	预应力钢 绞线根数	锚垫板 A × A	波纹管 φ D (内径)	螺旋筋			
				φ G	φ H	l	圈数
OVM15A-2	2	135 × 135	50	130	10	40	4
OVM15A-3	3	135 × 135	50	130	10	40	4
OVM15A-4	4	165 × 165	50	150	14	50	4
OVM15A-5	5	180 × 180	50	170	14	50	4
OVM15A-6.7	6.7	210 × 210	60	200	14	50	4
OVM15A-8	8	240 × 240	80	240	16	60	5
OVM15A-9	9	240 × 240	80	240	16	60	5
OVM15A-10	10	270 × 270	80	270	20	60	5
OVM15A-11	11	270 × 270	80	270	20	60	6
OVM15A-12	12	270 × 270	80	270	20	60	6
OVM15A-13	13	270 × 270	100	270	20	60	6
OVM15A-14	14	285 × 285	100	350	20	60	6
OVM15A-15	15	300 × 300	100	380	20	60	6
OVM15A-16	16	300 × 300	100	380	20	60	6
OVM15A-17	17	300 × 300	100	380	20	60	6
OVM15A-18	18	310 × 310	100	400	20	60	7
OVM15A-19	19	310 × 310	100	400	20	60	7
OVM15A-21.22	21.22	320 × 320	100	430	20	60	7
OVM15A-25.27	25.27	350 × 350	130	470	22	70	7
OVM15A-31	31	390 × 390	130	510	22	70	8
OVM15A-34.37	34.37	465 × 465	130	570	22	70	9
OVM15A-43.44	43.44	500 × 500	160	620	22	70	10
OVM15A-54.55	54.55	540 × 540	160	700	25	80	9

连接套起到连接塑料波纹管与锚垫板作用。其密封性能尤为关键，它直接影响到整个系统的密封。该连接套由塑料制成，做成两半式，使用时把两半连接合拢，装上楔子，敲紧楔子即可。无需扳手和螺栓，安装极为方便，且密封良好。塑料波纹管也可以用塑料焊接机在施工现场焊接，接头与整根质量一致，牢固可靠，接口平滑，利于钢绞线穿束。

三、应用

1、锚具结构

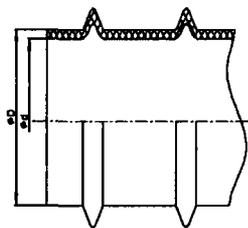
真空灌浆用的锚具结构主要包括保护罩、O形圈、锚垫板、连接环、密封圈和塑料波纹管。

2、辅助灌浆系统用锚具结构尺寸见图3及表1。

四、OVM 真空辅助灌浆原理及施工工艺

1、真空辅助灌浆原理（如图4）

灌浆前，先用真空泵抽吸预应力孔道中的空气，使孔道的真空度达到负压 0.08MPa 左右，然后在孔道另一端用灌浆泵以一定的压力将搅拌好的水泥浆体压入预应力孔道并产生一定的压力。由于孔道内只有极少空气，浆体中很难形成气泡；同时，由于孔道内和压浆泵之间的正负压力差，大



塑料圆形波纹管

内径 d (mm)	外径 D (mm)	适用孔数	
		φ 15 钢绞线	φ 13 钢绞线
50	54	2~5	3~7
60	64	6、7	8~11
80	85	8~12	11~18
100	106	13~22	19~31
130	136	25~37	31~55
160	166	43~55	

图 3 塑料圆形波纹管

注：具体尺寸以 OVM 公司技术文件为准。

大提高孔道内浆体的饱满和密实度。而且在水泥浆中，由于降低水灰比，添加专用的外加剂，从而减少浆体的离析、析水和干硬收缩，同时提高浆体的强度。

2、真空辅助灌浆主要设备

- ①灰浆搅拌机；
- ②浆桶；
- ③ ZKGJ 真空灌浆组件；
- ④灌浆组件；
- ⑤高压管（含透明高压管）；
- ⑥球阀；
- ⑦三接头。

3、真空辅助灌浆系统的技术要求

(1)、设备的技术要求

①搅拌机：根据设计要求选用灰浆搅拌机。选择其一次搅拌量主要根据施工实际要求。

②灌浆泵：常用柱塞式。

③真空泵：要求抽气速率达 40m³/h 以上，抽气真空度达负 0.08MPa 以上。

④各种接头阀门、压力管和设备、部件的连接处其气密性必须良好。

(2)、浆体的技术要求

①浆体除了具有足够的抗压强度和粘结强度，还必须保证有良好的防腐性能（不渗透氯离子和高电阻性）和稠度，不离析、析水，硬化后孔隙率低、渗透性小，不收缩或低收缩等。对浆体大体要求如下：

A、水灰比：0.25~0.45；

B、流动度：拌和好后的流动度 < 30S；在管道出口处流动度 > 15S；

C、泌水性：小于浆体初始体积的 2%，四次连续测试结果的平均值小于 1%；

D、初凝时间：3~4h；

E、稠度：在 1.725L 漏斗中，水泥浆的稠度 15~45S，最多不得大于 50S；

F、强度：按工程需要。

在确定具体材料和配合比之前，必须先做试验，以验证以上要求是否合理，之后再作调整，直到符合要求为止。

②对具体材料的要求

A、水泥：采用新鲜的普通硅酸盐水泥，标号按工程需要；

B、水：水中硫酸盐含量不能大于0.1%，氯盐含量不能大于0.5%，水中不能含有糖分或悬浮有机质；

C、外加剂：建议采用东南大学提供的浆体外加剂。

(3)、定位钢筋的间距不大于0.5~0.8m；

(4)、管道最小弯曲半径 $R=0.9m\sim 1.4m$ 。

4、真空辅助灌浆施工工艺

(1)、准备工作：

a、张拉施工完成之后，要切除外露的钢绞线（注意钢绞线的外露量 $\leq 30mm$ ），进行封锚；

b、在灌浆施工前，将锚垫板表面清理，保证平整，在保护罩底面与橡胶密封圈表面均匀涂一

层玻璃胶，装上橡胶密封圈，将保护罩与锚垫板上的安装孔对正，用螺栓拧紧；

c、清理锚垫板上的灌浆孔，保证灌浆通道通畅；

d、确认浆体配方；

e、检查材料、设备、辅件的型号或规格、数量等是否符合要求；

f、按设备原理图进行各单元体的密封连接，确保密封罩、管路各接头的密封性。

(2)、试抽真空：

关闭阀门1、3、4，打开阀门2和5，启动真空泵，观察真空压力表的读数，应能达到负压力0.07~0.1MPa。当孔道内的真空度保持稳定时（真空度越高越好），停泵1min，若压力降低小于0.02MPa即可认为孔道能基本达到并维持真空。如未能满足此数据则表示孔道未能完全密封，需在灌浆前进行检查及更正工作。

(3)、拌浆：

a、拌浆前先加水空转数分钟，使搅拌机内壁充分湿润，将积水倒干净；

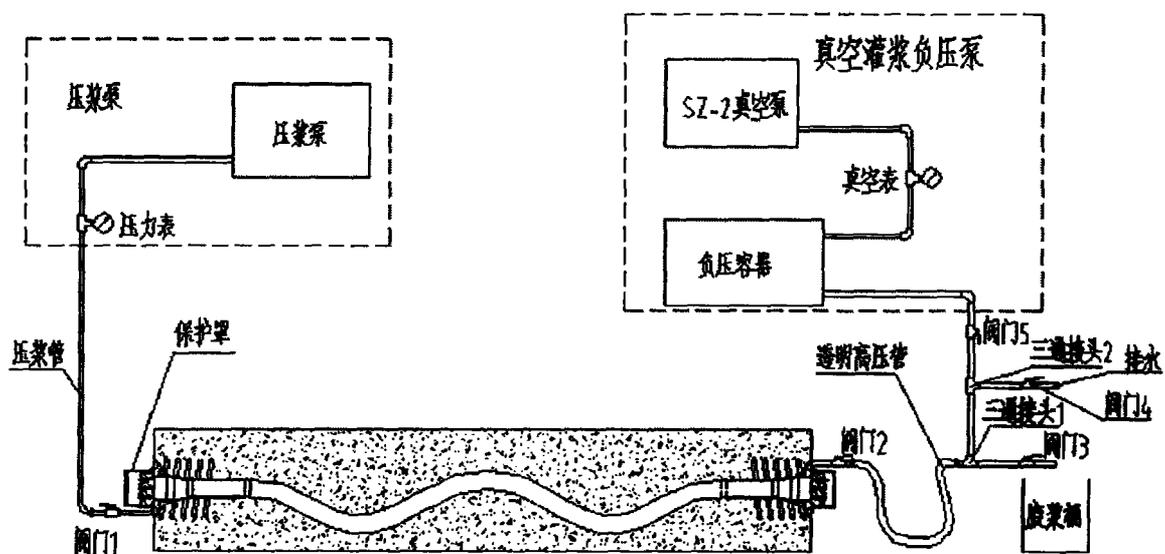


图4 真空辅助灌浆原理图

b、将称量好的水（扣除用于溶化固态外加剂的那部分水）倒入搅拌机，之后边搅拌边倒入水泥，再搅拌 3-5min 直至均匀；

c、将溶于水的外加剂和其它液态外加剂倒入搅拌机，再搅拌 5-15min，然后倒入盛浆浆桶；

d、倒入盛浆桶的浆体应尽量马上泵送，否则要不停地搅拌。

(4)、灌浆

a、启动真空泵，当真空度达到并维持在负压 0.08MPa 左右时，打开阀门 1，启动灌浆泵，开始灌浆；

b、当浆体经过透明高压管并准备到达三通接头 1 时，打开阀门 3 并关闭阀门 5，关闭真空泵；注意透明高压管应超过 10 米长以便控制；

c、观察废浆桶处的出浆情况，当出浆流畅、稳定且稠度与盛浆桶浆体基本一样时，并关闭灌浆泵，关闭阀门 2；

d、启动灌浆泵使灌浆泵压力达到 0.4MPa 左右，最后关掉灌浆泵，关闭阀门 1；

e、接通水，打开阀门 3、4 清洗，再拆下阀门处的透明高压管，关闭阀门 3 清洗。

5、真空辅助灌浆注意事项

(1)、保护罩如作为工具罩使用，在浆体初凝后可拆除；

(2)、在灌浆前如发现管道内残留有水份或脏物的话，则须考虑使用空压机先行将残留在管道中的水份或脏物排走，确保真空辅助灌浆工作能够顺利进行；

(3)、整个连通管路的气密性必须认真检查，合格后方可进入下一道工序；

(4)、浆体搅拌时，水、水泥和外加剂的用量都必须严格控制；

(5)、必须严格控制用水量，对未及时使用而降低了流动性的水泥浆，严禁采用增加水的办法来增加其流动性；

(6)、搅拌好的浆体每次应全部卸尽，在浆体全部卸出之前，不得投入未拌和的材料，更不能采取边出料边进料的方法；

(7)、向搅拌机送入任何一种外加剂，均需在浆体搅拌一定时间后送入；

(8)、安装在压浆端及出浆端的阀门和接头，应在灌浆后 1 小时内拆除并清洗干净。

五、金属波纹管在真空辅助灌浆中的应用

在采用金属波纹管时，除锚垫板与采用塑料波纹管时不一样外其余相同。（如图 5 所示）

六、工程实施情况

1、广州广园路三期工程

使用锚具 OVM15-4、OVM15-7、OVM15-12

等

施工单位：广州市政机施公司

2、福建闽红大道工程—互通立交

使用锚具 BM15-4、BM15-4L、BM15-4P、

OVM15-15、OVM15-15L、OVM15-19、OVM15-19P、

OVM15-12、OVM15-12L

施工单位：汕头达濠市政工程公司

3、柳州红光桥工程

应用产品：锚锭体系

专项施工：柳州欧维姆工程有限公司

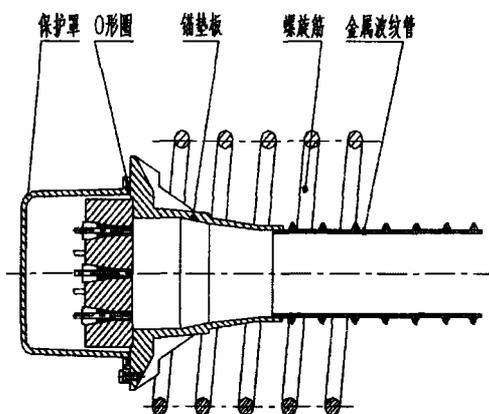


图 5 真空辅助灌浆系统安装图(金属波纹管)