

东深供水改造工程渡槽伸缩缝新型止水结构设计与施工

曾金鸿

(广东省东深供水改造工程建设总指挥部,广东 东莞 523710)

摘要:介绍了东深供水改造工程渡槽伸缩缝止水结构的优选设计方案——复合压板式橡胶止水.分析了该止水结构的设计特点、安装程序及施工方法.指出止水带 U 形部分应根据接缝变形量设计,厚度和强度应能承受 0.06 MPa 水压,采用 GB 止水板与底部混凝土黏结等.实践证明,本工程渡槽伸缩缝结构止水设计合理,施工方便,效果良好,可为我国类似调水工程伸缩缝止水结构的设计和施工提供借鉴.

关键词:伸缩缝;渡槽;止水结构;结构设计;止水材料;东深供水工程

中图分类号:TV442;TV642+.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-7647(2005)03-0035-03

Design and construction of a new sealing structure for aqueduct expansion joints in Dong-Shen water supply reconstruction project//ZENG Jin-hong (Construction Headquarters of Dong-Shen Water Supply Reconstruction Project in Guangdong Province, Dongguan 523710, China)

Abstract: An introduction was given to the optimal design scheme of the new sealing structure—the water sealing with composite rubber clip plate. The characteristics of the structure, the procedure of its installation, and the method of its construction were analyzed. It was pointed out that the design of U-shaped section for the sealing belt should be based on the deformation of expansion joints, that its thickness and strength should be rationally designed so that the structure could bear the water pressure of 0.06 MPa, and that the GB seal plates should be agglutinated with concrete at bottom. Practices show that the present sealing structure is rational in design and convenient in construction and has good effect, providing some references for design and construction of expansion joint sealing structures in similar water diversion projects in China.

Key words: expansion joint; aqueduct; sealing structure; structure design; sealing material; Dong-Shen water supply project

1 工程概况

东深供水改造工程是一项大型的跨流域调水工程,工程全线长 51.7 km,主要建筑物有泵站、渡槽、明槽、隧洞、箱(圆)涵、人工明渠以及沿线分水建筑物等.旗岭、樟洋和金湖渡槽是本工程的主要输水建筑物,采用现浇预应力混凝土 U 形薄壳结构,总长 3.9 km,设计过水流量为 $90 \text{ m}^3/\text{s}$.槽身结构外形尺寸大,槽壁结构薄,槽身内径 7 m,高 5.4 m,槽壁最薄处 30 cm,如图 1 所示.

混凝土采用 C40W6.渡槽槽身分 12 m 和 24 m 两种结构形式,钢筋按抗裂设计布置,12 m 跨槽身采用横向后张无黏结力体系;24 m 跨槽身采用横向后张无黏结预应力和纵向后张有黏结预应力体系.伸缩缝共 221 条,其止水结构设计采用了 U 形 GB 复合橡胶止水带、聚乙烯嵌缝板和聚硫密封胶,外加丙乳砂浆保护的压板式止水形式.伸缩缝的

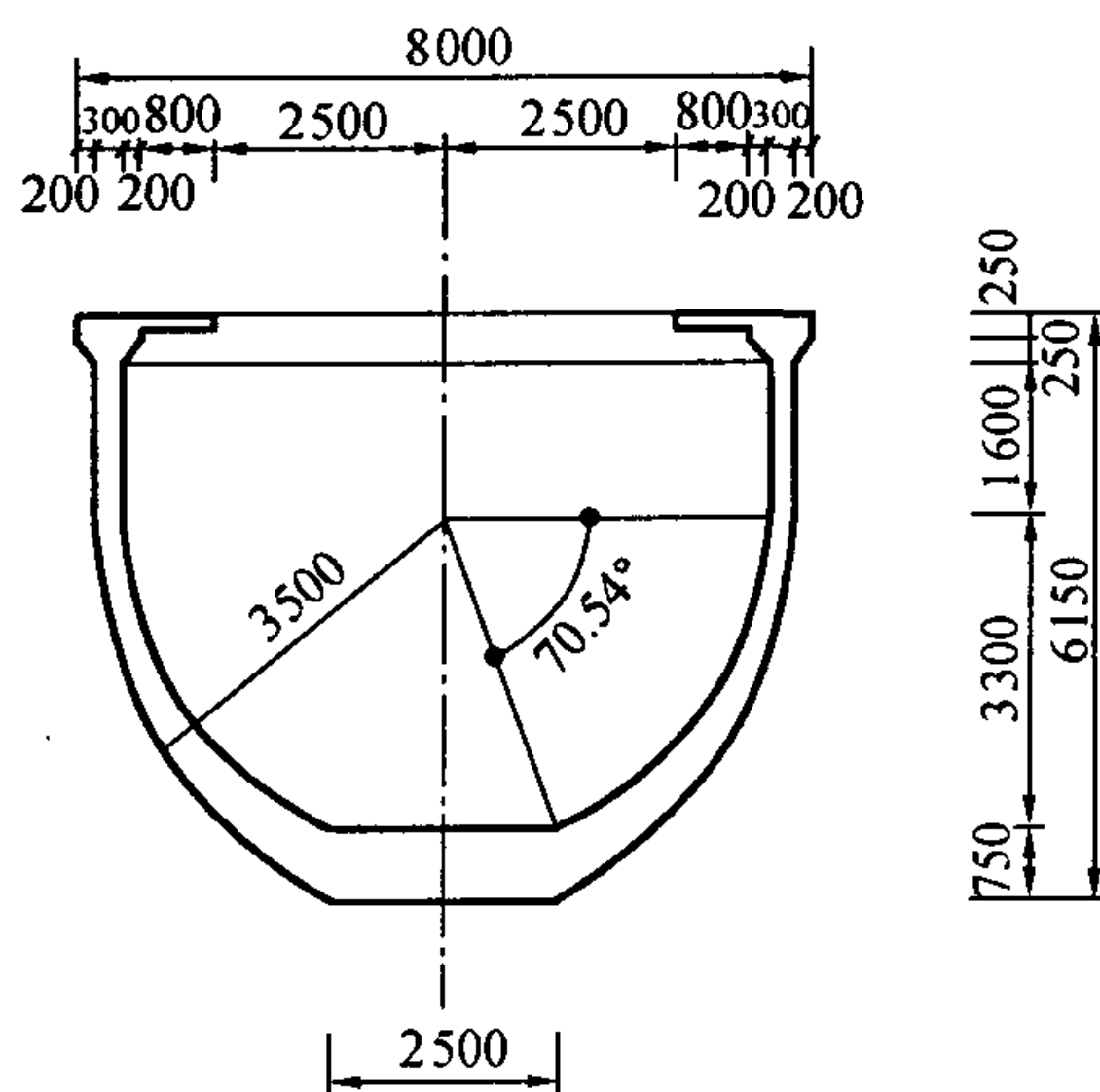


图 1 渡槽槽身结构示意图(单位:mm)

止水设计与施工是保证渡槽质量的重要内容.

2 止水结构设计

根据渡槽的运行条件,伸缩缝止水的技术要求为:①伸缩缝能适应 0.06 MPa 水压以及在张开

40 mm、横向错动 40 ~ 60 mm、竖向位移 40 mm 的三向变位作用下不漏水;②止水材料具有较好的抗老化性能;③方便施工,容易保证施工质量.因此渡槽的伸缩缝结构形式选择是止水设计的关键.

2.1 优选设计方案

在进行结构设计前,针对该渡槽的情况,主要对 3 种常规的接缝止水形式做了较深入的研究.研究认为:①埋入式止水,施工时止水带下部的混凝土难以振捣密实,易发生绕渗,影响止水效果,一旦止水带损坏后,无法进行修补和更换.②黏合式止水,采用环氧砂浆将带有白铁皮衬垫的橡胶止水黏结在混凝土上,止水效果取决于黏结的效果.由于本工程渡槽接缝设计位移量较大,对黏结施工要求较高,加上黏结层次较多,施工质量不易保证.③压板式止水,采用预埋螺栓固定橡胶止水带,牢固可靠,可克服前两种结构设计和施工的缺陷,运行期间易于维护和更换.

根据上述情况,选择复合压板式橡胶止水结构,以适应渡槽接缝的纵向、横向和竖向变位,保持与混凝土面的紧密结合,达到滴水不漏的目标.该止水结构设计的特点是:①止水带中心 U 形部分根据接缝的变形量设计,可以吸收渡槽接缝位移而不至于在止水带中产生较大的应力以致影响止水效果;②止水带的厚度和强度足以承受 0.06 MPa 的水压力作用;③止水带采用 GB 止水板与底部混凝土黏结,可以确保止水带与下部混凝土的紧密结合,提高止水效果,避免产生绕渗;④接缝缝口设置的聚硫密封胶可防止异物落入缝口,对止水带起保护作用;⑤U 形复合型止水带受到丙乳砂浆的保护,可有效提高其抗老化性能.止水结构如图 2 所示.

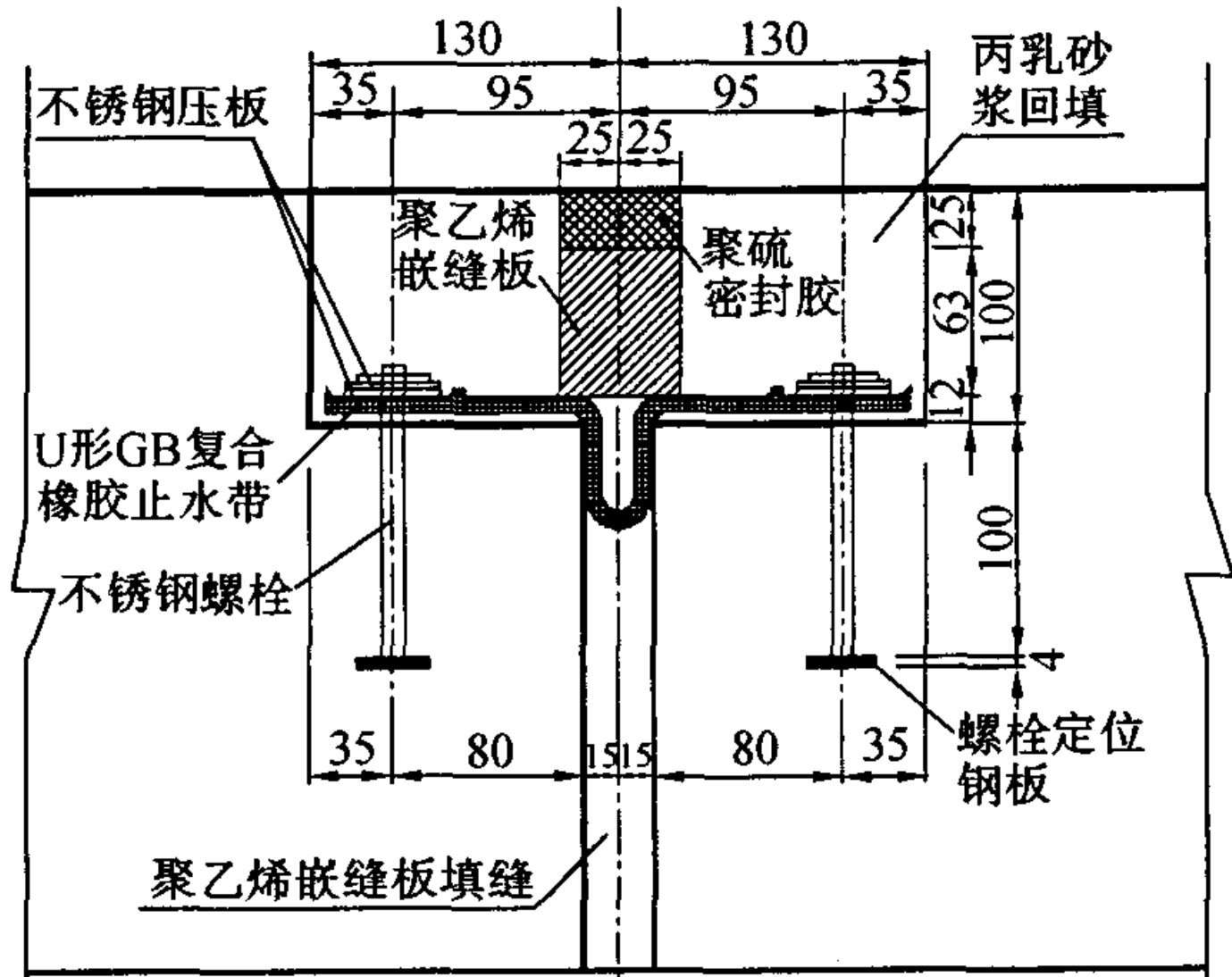


图 2 伸缩缝止水结构(单位:mm)

2.2 结构设计

2.2.1 U 形止水带设计

a. 材料选择,主要根据以往工程经验和材料的

拉伸强度、压缩永久变形、臭氧老化、脆性温度等指标,选定具有较好的变形性能和抗老化性的橡胶止水材料.

b. 厚度设计,根据厂家定型产品,选取的厚度 T 应满足

$$T \geq \frac{k_1 p d}{k_2 k_3 [\sigma]}$$

式中: d 为接缝完全张开时的开度; p 为作用水压力; $[\sigma]$ 为止水带抗拉强度; k_1 为安全系数,取为 1.1 ~ 1.2; k_2 为尺寸影响系数,取为 0.5; k_3 为接头影响系数,取为 0.5 ~ 0.7.本工程 T 值取 7 mm.

c. 断面设计,止水带按变形部分的形式分为封闭式、开敞式,按形状分有六角形、梯形、U 形等,各种类型的止水带吸收变形的能力是不同的.为适合渡槽接缝变形,取其变形部分为 U 形.同时,为提高止水带与水泥砂浆之间的抗绕渗能力和固定效果,在其表面设置肋筋和燕尾.对于单变形环节止水带,通常变形环节的宽度为 20 ~ 40 mm,本工程取为 30 mm.止水带鼻子内外半径分别为 8 mm 和 15 mm,鼻子高度用几何方法确定.止水带变形环节的展开长度应不小于接缝三向位移的矢径,故止水带的外缘展开长度取为 100 mm;为避免鼻子受水压后向下翻转,采用向下方布置形式.止水带横截面如图 3 所示.

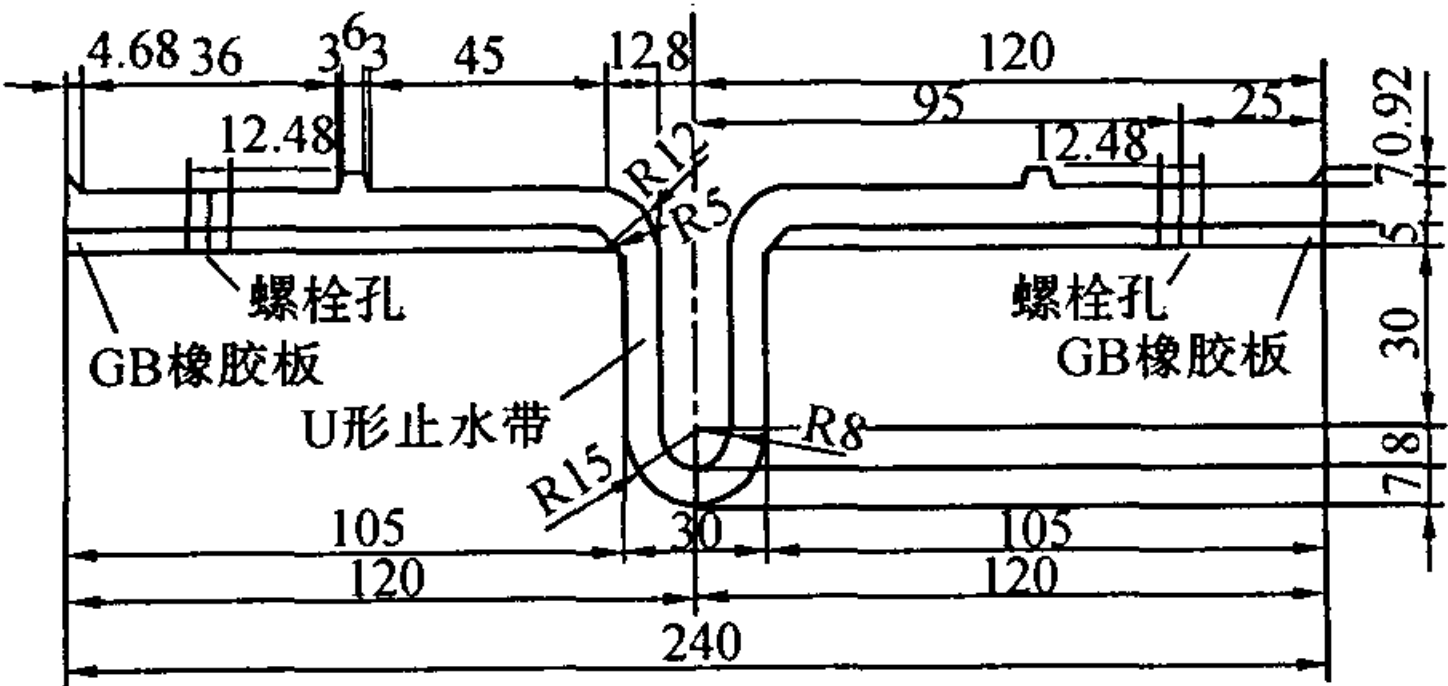


图 3 U 形 GB 复合橡胶止水带横截面大样图(单位:mm)

接缝预留槽底宽度为 260 mm,为使预留槽的两侧留有 10 mm 宽的回填砂浆空隙,防止回填砂浆与混凝土的黏结薄弱面与止水结构相连,所以把橡胶止水带宽度取为 240 mm,见图 2 和图 3.

2.2.2 GB 橡胶板

通常止水带是采用埋入混凝土的方式就位,利用止水带与混凝土之间的胶结和机械咬合发挥止水作用.当采用机械方式安装时,若紧固面不平,就要用弹性橡胶或塑料填充局部凹陷部位,并在紧固力的作用下阻断渗水通道,但势必导致凹陷部位紧固力的损失和止水能力的降低.为了解决上述问题,在止水带与紧固面之间铺设 GB 橡胶板,一方面可找平凹陷部位,另一方面可加强止水带在非紧固部位

与混凝土之间的黏合,提高止水带的沿程止水能力。GB 橡胶板是一种有一定内聚力的腻子型塑性止水材料,与混凝土之间的黏结可靠,耐热、耐寒性能好,且具有较强的抗击穿和抗渗性能。GB 橡胶板厚度的确定与混凝土表面粗糙度有关,本工程取为 5 mm。止水带选用螺栓固定方式。

2.2.3 缝口设计

为避免杂物淤积在伸缩缝或防止尖锐物刺伤止水带,影响止水效果,本工程采取了封口措施,并形成了另一道止水——密封胶止水。封口材料选用双组份的聚硫密封胶,具有良好的耐热、耐湿、耐水和耐低温性能。材料施工性能好,无溶剂、无毒、使用安全。

缝口宽 W 与接缝设计位移 M 和材料的变形能力有关。对聚硫密封胶,通常采用 $W = (5 \sim 7)M$ 的式子计算。由于本工程 40 mm 的张开度除一般接缝变形以外还考虑了很大的安全裕度,故采用聚硫密封胶接缝仅承受常规接缝温度伸缩变形。本工程 W 选取 50 mm。密封胶有效嵌填深度 D 与缝口宽度有关,一般当缝口宽度 W 大于 30 mm 时,取 $D = W/2$,本工程选取 25 mm。

2.2.4 密封胶衬垫材料

聚硫密封胶应禁止与接缝混凝土发生三面粘贴,以防密封胶承受接缝变形的能力受到影响。同时,为了控制密封胶的嵌填深度 D ,利于密封胶按照设计的形状成形,接缝中设置了聚乙烯嵌缝板为衬垫材料,其直径 d 应比缝口宽度 W 大 20% 左右,本工程取为 60 mm。

2.2.5 丙乳砂浆嵌缝设计

设计中采用丙乳砂浆回填预留槽,主要是为了改善新老混凝土的连接。丙乳砂浆的力学性能与普通水泥砂浆相比,其与旧混凝土的黏结强度有很大提高,弹性模量有所下降,极限拉伸率提高,同时,砂浆的抗裂、抗渗、抗碳化、抗冻性能均得到很大改善。

3 止水结构施工

根据结构设计原理,接缝止水结构安装顺序为:首先在缝口涂 GB 黏结剂,安装好 U 形 GB 复合橡胶止水带,并用不锈钢压板加不锈钢螺栓紧固,然后在槽口剩余空间回填丙乳砂浆,达到一定强度后,再在缝口嵌填聚硫密封胶。

3.1 预埋螺栓

采用 M10 不锈钢螺栓。在槽口的平直段螺栓间距为 200 mm,弧段间距为 199.5 mm。预埋螺栓前,采用整体放点精确定位,避免出现累计误差,定位误差范围控制在 2 mm 以内。在槽口的平直段,应垂直槽

口平面;在弧段,应与该点的切平面垂直;螺栓梢部位置误差范围在 4 mm 以内。

3.2 GB 止水板与槽口面黏结

先清除槽口表面的灰尘和油污,涂刷 GB 黏结剂,5 min 后,待界面剂表面微干,可黏结 GB 止水板,并注意 GB 止水板穿过螺栓与槽口面黏结时要轻按,使之与槽口紧密黏结,操作时避免粘好的 GB 止水板粘水或尘。

3.3 止水带就位

止水带的孔径应略小于螺栓直径,对孔时以不产生缝隙为原则,取为 8 mm。先在结合面涂刷 GB 黏结剂,5 min 后,界面剂表面微干,将止水带穿过螺栓与 GB 止水板粘连。注意均匀轻按止水带,使之与 GB 止水板紧密黏结。

3.4 不锈钢压板的安装

不锈钢压板上的孔径应略大于螺栓直径,是为螺栓预埋误差预留空间,取为 11 mm;在槽口的平直段和折角段,压板上预留孔应改为长槽,以便螺栓能顺利通过压板,并在压板的接头处安装加强压板。旋紧螺栓时,应有部分 GB 黏结剂从止水带挤出,证明止水带与槽口之间已无缝隙。

3.5 回填丙乳砂浆

先对槽口侧壁进行轻微凿毛,清除 U 形橡胶止水带鼻子内的杂物,并冲洗干净,以保证砂浆与原混凝土黏结紧密,避免在黏结面形成渗水通道。回填砂浆前用薄层 GB 嵌缝料将螺栓头包裹,使砂浆与螺栓头不会直接黏结,便于将来修补时打掉砂浆不致破坏螺栓。回填时可用嵌缝板作为分缝的模板。

3.6 嵌填聚硫密封胶

先清除砂浆表面的灰尘,保持表面干燥,然后涂刷聚硫密封胶界面剂,5 min 后,界面剂表面微干,再往槽内嵌填聚硫密封胶。

4 结 语

东深供水改造工程于 2003 年 6 月 28 日全面投入运行至今,旗岭、樟洋和金湖 3 座渡槽伸缩缝共计 221 条,无一出现渗水现象,效果良好。实践证明,本工程渡槽的伸缩缝结构止水设计和施工方案是合理的,既为渡槽创造了一个较好的密封止水条件,又大大缓解了过大的伸缩缝位移带来的不利影响。本工程橡胶止水带表面覆有丙乳砂浆保护层,对橡胶的老化有延缓作用。此外,渡槽的复合压板式止水结构施工方便,施工质量易于保证,可供其他类似工程的伸缩缝止水结构设计和施工借鉴。

(收稿日期:2004-04-05 编辑:骆超)