

联邦德国 建筑钢筋机械连接接头

中国建筑科学研究院结构所

前 言

建筑钢筋的机械连接接头，随着高层、高耸以及特殊建筑的发展，在我国得到越来越广泛的应用。为此，我们收集了西德近年来在这一方面的研究论文、应用实例和西德工业标准DIN1045中的有关规定，现编译成册，以供我国广大的建筑、铁路、道路、桥梁、市政工程等方面的设计、施工人员及科研人员参考使用。

译文集内容包括螺纹钢筋的挤压套箍接头，NOE—建筑钢筋连接接头，GEWI钢筋和GEWI套管接头，西德工业标准DIN1045中有关隧道结构的钢筋连接，建筑钢筋机械连接方式的研究，热法套管连接接头等。内容丰富、新颖，并附有许多解释图表，具有较大的借鉴与启示作用。

本译文集在编译过程中得到了中国建筑科学研究院结构所李明顺高级工程师和王安坤同志的许多帮助和指导，以及上海城建学院林永枝同志、冶金部建筑研究总院白云同志和我室全体同志的大力协助，在此一并表示感谢。由于时间仓促，难免有不妥之处，敬请指正。

编者

一九八九年七月

目 录

前言

西德工业新标准DIN1045中有关隧道	
结构的钢筋连接.....	1
螺纹钢筋的挤压套箍接头.....	34
GEWI钢筋 (ⅢU) 和GEWI 套管接头.....	44
建筑钢筋的几种机械连接方式的研究.....	69
NOE —建筑钢筋连接接头.....	105
热法套管连接.....	107

西德工业新标准 DIN1045中有关隧道结构的钢筋连接

工学博士、教授 Bernhad Maidl

工学士 Hans—Georg Nellesen

——埃森市地下工程研究组

1. 引言

如果需要连接某处所有的钢筋或只连接相距较近的所有钢筋时，参照西德工业新标准DIN 1045便可使钢筋接头连接方法变得简便。在隧道施工中，由于主要采用分段挖掘法，没能给钢筋搭接提供必要的空间位置，因此，常常无法使用搭头连接法。由于当今由矿工挖掘的城市交通隧道配布钢筋量高的缘故，为此，西德工业新标准DIN 1045将以它的简化方式为钢筋连接提供其它应用方法。

本文也要探讨连接法在现代以及较早隧道施工中应用的可能性。特别要指出的是：只要有钢筋混凝土作为永久加固物时，以前一些已被淘汰的掘进施工法还是可以用于离地面较近的或受压岩层的交通隧道中。

本文也将提及到目前正在兴起的连接法

2. 与西德工业旧标准 DIN 1045 相比，西德工业新标准 DIN 1045提供哪些连接法？

2.1 西德工业旧标准DIN 1045中的结构设计原理

标准 § 14.1C中建议：要连接的接头需相对放置而且对中，并应尽可能地将其放置于受力较小的位置，如零弯距

点，且每五根钢筋中允许有一根钢筋进行连接，连接的方式可用：

- 焊接
- 夹紧装置
- 搭接

掘进施工方式（由地质条件决定）和它可供使用的场地情况决定了永久性加固物的结构形状、在采用分段掘进法施工时，很少具有能够满足西德工业标准DIN 1045要求的场地。

在施工时，一旦与西德工业标准规定有偏离，需得到设计上的特许。其偏离范围应由测试者、官方、联邦铁道机构以及有关部门事先确定，在相同作业条件下，官方材料测试机构预先进行测试和按规定进行的质量监督所耗的精力不大相同，因此，某些经济上的投资由于过高的要求而无法实现。

2.2 西德工业新标准DIN 1045中的钢筋连接法

西德工业新标准DIN 1045提供了几种钢筋连接简便法。然而，这些方法取决于连接面的直径、间距、表面形状、所承受的荷载大小以及截面被连接的百分率。大多数简易法只允许用于承受静荷载作用为主的情况。地下建筑物（尽管靠近地表面）上部常有较厚的复盖层，因此它也属于承受静载作用的情况之列，西德工业标准对受拉以及受压的钢筋连接也有不同规定。承受拉力的钢筋可以采用以下方式进行连接：

- a) 钢筋两接头用弯钩（或不用弯钩）进行搭接。
- b) 套环连接
- c) 焊接横向钢筋

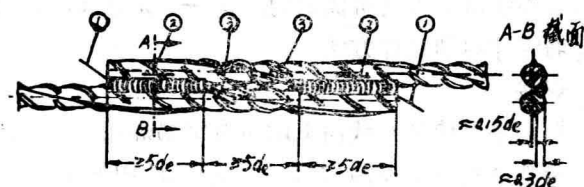
d) 焊接

e) 螺旋拧紧法或套管法

承受压力作用的钢筋接头也允许用接触连接, 各种连接设计要求详见于西德工业标准, 各个细节在此不介绍, 而是从应用的观点探讨连接法在以分段掘进挖掘时的隧道施工中应用的可能性。

a) 搭接连接法

搭接长度通常较长, 本文所举的施工范例中不讨论这种



①棒形电极点燃处, 点燃处应选在待焊的间隙中。

②水平或近似水平搭接时的焊接方向, 在垂直搭接时, 焊接方向为从下而上。

③移开棒形电极的方向

图 1 焊接好的钢筋搭接图

连接方法, 对直径大于 $\phi 14\text{mm}$ 的钢筋, 所有的钢筋均可连接于某一处, 但其搭接长度需加长50%。用压紧件以及弯钩搭接虽然可使搭接长度分别减短 $30 \cdot \phi$ 、 $20 \cdot \phi$, 但常使空间更为拥挤, 此外, 在搭接直径大于 14mm 时, 只允许50%的钢筋连接于一处。对于承受静力作用为主的搭接件, 如果接头之外有横向钢筋, 当两搭接段中部的纵向距离为搭接总长度的 $0.4 \sim 0.6$ 倍时, 便认为搭接头在直线状钢筋中偏心。通常要

求两搭接段中部的纵向距离达1.3倍以上。

b) 套环连接

该连接设计要求可参照西德工业标准，接头间距以及套环长度的要求如a)中所述，在连接时应注意设计上所要求的横向钢筋，在横截面较大时，不能采用这种连接法。这是由于钢筋混凝土中的最小筋配率原理的缘故，不能再用钢筋进行结构配置。

c) 焊接横向钢筋

这种焊接法对于本文所提到的结构几乎无意义，只有在钢丝网配筋时才用到这种方法。

d) 焊接

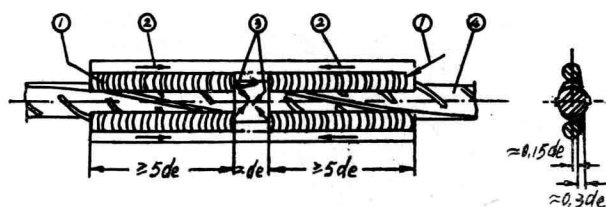
使用焊接法可使某一截面上的所有钢筋焊接在一起，焊接的操作步骤以及质量检测如西德工业标准 DIN 4099 中所规定。

西德工业新标准 DIN 1045 考虑到近年来的发展。与西德工业旧标准 DIN 1045 相比，新标准中有更多的连接法。在这些连接法中值得一提的是闪光对焊法 (RA) 和电弧焊接法 (E)。如果是用闪光对焊法 (RA) 进行焊接时，对于在承受静荷载作用为主的焊接处，允许采用已焊过的接头与 100% 的未焊过接头进行焊接。但这种焊接法在施工现场中几乎无法使用。同样，对于直径 $d_e \geq 14\text{mm}$ 的冷拉钢筋，也可以用电弧焊接法将钢筋搭接于未焊接过的整个侧面上。在承受非静力为主的荷载作用时，这些方法需要局部修正。

最重要的焊接法是：

搭头连接 (见图 1)，对焊连接 (见图 3)

搭板连接 (见图)，热法套管连接 (见图 4)



- ①棒形电极点燃处，点燃处应选在待焊的间隙中。
- ②水平或近水平搭接时的焊接方向，在垂直搭接时焊接方向为从下向上。
- ③移开棒形电极的方向。
- ④被焊接的钢筋。

图 2 焊接好的搭板连接图

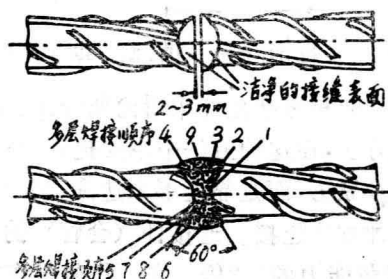


图 3 焊接好的对焊连接图

上面提到的最后一种热法套管连接不具备通常施工的条件，这种连接法是为了连接预制构件而发展起来，在进行连接操作时，将套管装入钢筋两端并用热钢水浇铸。这种方法在用于隧道施工时由于操作使用不便，所以很少使用。

e) 螺旋拧紧连接法（套管法）

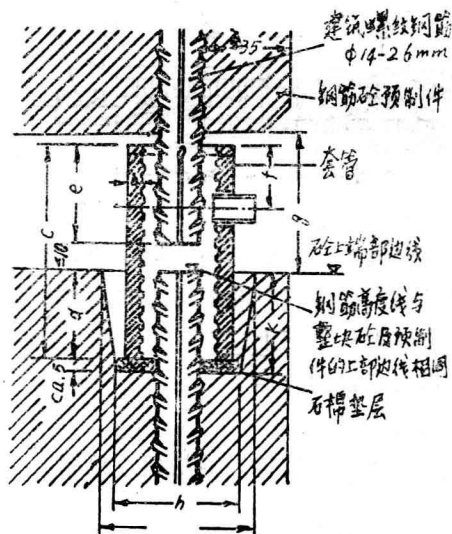


图 4 垂直钢筋接头的热法套管连接图

由于西德工业新标准允许采用简便修正法，所以在此要特别介绍这种方法，在这种方法中也要提到一种套管，其力的传递不是通过拧紧力，而是靠变形来达到。某一截面上所有的钢筋均可用这种方法连接。连接件（套管）的承载力必须是被连接钢筋承载能力的1.2倍。在工作荷载作用下，每个接头的容许打滑值为0.1mm。这样的要求在螺旋连接时难以达到，至于如何才能满足这样的要求，采取的措施将在每一种连接法中叙述。在用于承受静力为主的荷载时，其连接质量的检测要求要比承受非静力为主的荷载情况时简单得多。

最重要的接头连接法为：

在焊有或已接有螺纹件的两端接头进行螺旋连接

在进行现场连接之前，不能预先地在两端钢筋接头处焊上或套上螺纹件。在焊接时可采用烧熔对焊法。在焊接完毕的螺纹连接件中有三个薄弱的部位，即两焊接位与螺纹连接位。对于滚压螺纹，其核心截面可按100%计算、对于切削螺纹，其核心截面只按80%计算。这种连接法只能用于直钢筋中，因为在空间拥挤情况下，拧不进有弯钩的钢筋中。在无锁紧件施加初应力情况下，最大容许打滑值不大于0.1mm。

在焊有或已接有螺纹件的两端接头进行夹紧连接

螺纹件的安装过程如上所述，夹紧连接法可用于有扣紧件的钢筋中，这是因为连接件不发生打滑，而是夹紧件本身的打滑，而且由于有了锁紧装置，打滑值低于许可值。

螺旋接头法 (WD)

螺旋接头法 (WD) 是螺旋连接的新方法、从设计上考虑，允许这种连接法用于建筑钢筋I类和III a。钢筋表面的螺纹是用滚压法制得、对于建筑钢筋III a，其外表面应先削层。这种接头的容许承载力为未连接钢筋承载能力的100%。为了保证打滑值低于规定许可值，在装入钢筋之前，先用扭矩将螺纹套管朝螺纹方向拧紧，再以同样的扭矩将被连接的钢筋拧进套管。只有在弯曲的钢筋中需要套上紧固螺母。这种表面具有螺纹的钢筋接头是专门为滑移壳层而制作(见图5)。

螺纹套管连接

结构形式：套管连接件是由一只螺纹套管St50—2（其长度由被连接的钢筋直径决定）以及长度各为40mm的二只紧固螺母组成的。

安装：为了消除螺纹件打滑，需用扭力扳手（重7.2公

斤，扭臂长1.0米) 将两紧固螺母锁紧。扭矩的大小由 钢 筋

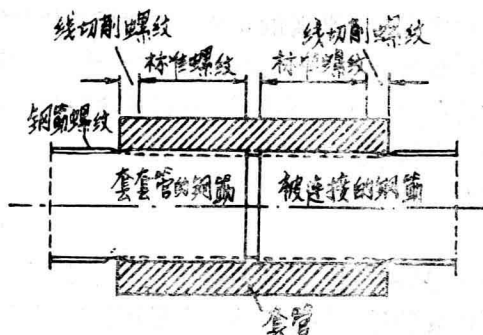


图 5 线状钢筋的WD—抗拉接头

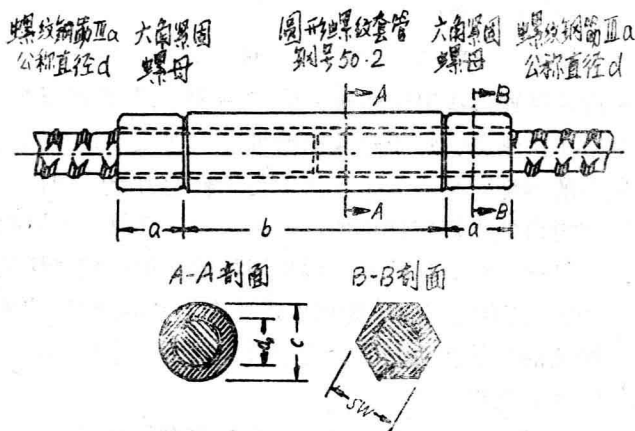


图 6 螺纹套管的抗拉以及抗拉压接头的直径决定。

测试：在连接件负载之前，必须在现场条件下进行可用

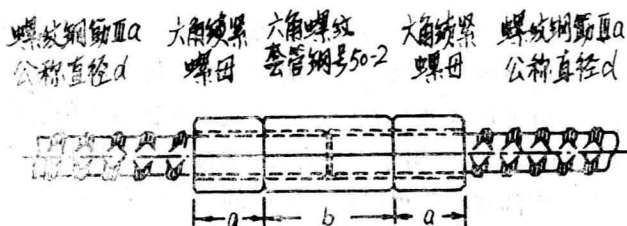


图7 螺纹套管抗压接头 (附紧固螺母)

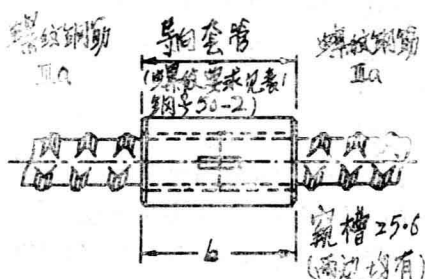


图8 螺纹套管抗压接头



图9 挤压连接件剖面

性测试。

在测试过程中应特别注意套管的中心位置以及紧固螺母是否锁紧。

每隔一个月或连接至少500个试件后,在有建筑监督条件下制作三个接头样品,由负责可行性测试的部门进行现场测

试。

许可规定：螺纹连接法首次于1971年5月28日被允许用于连接公称直径为20—28mm，两侧均有左旋螺纹的建筑螺纹钢筋Ⅲa。许可证持有者是 Düsseldorf 建筑钢筋组织的有限公司。这种许可规定只适用于受静力为主的荷载作用构件。在承受非静力为主的荷载作用时，套管中的容许波幅值 S_A 最大为 $1400\text{kp}/\text{cm}^2$ 。除了接触连接情况外，所有钢筋均可连接于某一截面上。

螺纹套管连接件可以承受拉或拉压以及压力作用

在进行接触连接时，还需受其它限制，具体要求详见于接触连接的许可规定。

挤压套管连接

结构形式：将钢管件St35（内径略大于被接钢筋的直径）套上需要连接的钢筋两端，并用力挤压成一体，使得钢筋螺纹压入比较软的钢套管的钢中。所形成形状连续的连接件使得管套与钢筋之间的部分力通过螺纹与套管的结合部位传递（见图9）。

安装：挤压长为 $7 \times \phi 2.6\text{cm} = 18.2\text{cm}$ （钢筋直径为 $\phi 26\text{mm}$ ）套管时所需的挤压力约为 400MPa ，为此曾经专门生产一种最大压力为800大气压的液压机，重为25Kg，挤压力为 80MPa ，附带的电动泵设备约200kg。套管在两块挤压模挤压下逐渐变形，根据套管长度（长度取决于钢筋直径）大小，每只套管挤压点为3—5处，且每处用转角为 30° — 90° 的旋转挤压工具挤压二次。

测试：在挤压过程中，套管直径变小，所以，直径变化就可以近似作为测试中的被测参数。但人们在挤压完好的

套管中也发现被测参数有偏差这种偏差不能明确表示连接的质量。套管由于受到挤压而变长,且这种变形是比较可靠地说明套管是否已牢固地被挤压到钢筋中,如在挤接直径为 $\phi 26$ mm钢筋时,套管的长度由180mm变化到192mm,最后变长至196mm,影响承载能力大小的因素是套管中两端钢筋的嵌入长度。用相应的标记如用彩色笔可以测知两端钢筋的嵌入长度。如不用标记,就不能知道钢筋在套管中的嵌入长度是否足够。所以曾经设计过一种仪器,通过感应方法测知已挤压好的连接件中的两端钢筋间距、在用于承受荷载之前需在现场条件下进行可用性测试。

在每个工地上,在每用100只套管中以及每月一次地在现场条件下制作二个套管连接件提供测试,测试条约由许可证持有者与官方建筑工程研究以及材料测试机构(Stuttgart大学Otto—Graf研究所)之间签定。

许可规定:挤压连接法是于1972年5月6日允许用于连接建筑钢筋Ⅲa,和Ⅲb类直径为 $\phi 14 \sim \phi 26$ mm的螺纹钢筋。许可证持有者是E·Eberspücher公司(7311Nabern)。许可规定这种方法只允许用于静载为主的构件中,挤压连接件可作为抗拉或抗压接头使用。并允许所有钢筋连接于某一截面,许用的工作荷载为未连接钢筋承载力的100%。

G—LOC接触连接

根据西德工业新标准DIN1045,接触连接法可以用于连接主要承受压力作用的钢筋截面。因此,这种方法允许用来连接只承受压力作用、直径最小为20毫米的竖向钢筋,而且只允许截面两侧的各一半钢筋采用这种方法进行连接。接触面的切割必须垂直轴心线,表面应平整无刺痕。接触面的中心

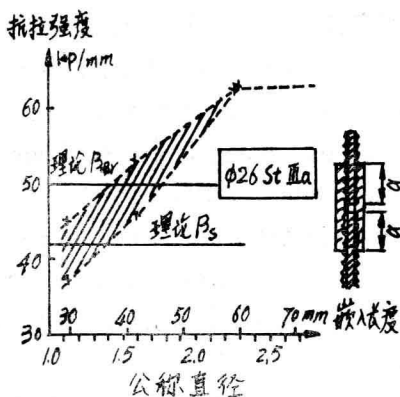
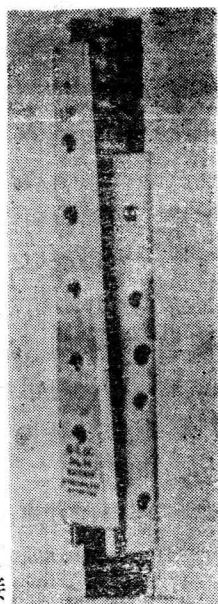


图10 不同嵌入长度的挤压头
承载力

图11 G—LOC接触连接



位置必须用能看到部分接缝的导板固定。这种接头连接如图11所示。

3. 考虑岩层稳定性的隧道建筑中的典型掘进施工法

掘进施工法的发展、创新是每一时代的较实用施工技术以及新材料使用的结果。实用的主要因素就是可供施工用的施工期以及岩层的稳定性（见图12）。

在稳固的岩层中进行全断面掘进施工是最实用的方法，这种方法大多不需用加固物。当今的掘进机在稳固岩层施工中已经承担大部分开采任务，然而它的应用取决于岩石的强度以及断面尺寸。对于 100^2m 断面，应分段面挖掘，然后再进行长度约为50m梯级开采。通常借助于模板运输车对整个横截

面上的衬层进行混凝土浇注。隧道的空间场地却常常允
筋采用搭头连接，因此很少出现钢筋接头连接的问题。

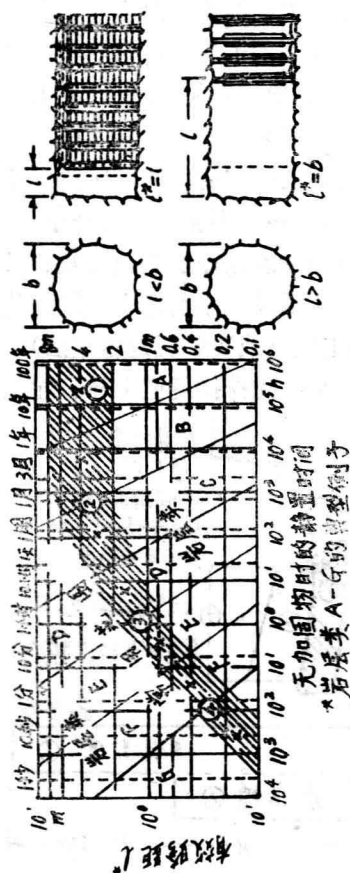


图12、不同稳定性的岩层所具有的静置时间
和相应的有效跨距

3.1 传统的掘进施工方式

本章节只介绍在承受很大压力且松碎的岩层中进行逐段

挖掘的传统施工法。这些传统方法考虑了有较小截面中具有较长的停留时间。同现代的挖掘施工法区别之处绝不是在于它的施工大胆或者缺乏工程经验。由木料和乱石筑成的墙体是当时现成的加固材料。到了后来，钢筋和混凝土才被列入加固材料之列。当今已有优质钢材，喷射混凝土以及各种支柱可作为加固材料使用，现在进一步发展了钻探设备、爆破法、振动装置，这些都使施工所需的停留时间减短并能使施工工序保持小的周转规模，并使加固支架变得轻便。本文在介绍传统的掘进施工法时只提及到允许逐级地建筑石材支架的掘进施工法，在此不介绍应用性很小的意大利掘进施工法。

3.1.1 比利时掘进施工法（或支护掘进施工法）

这种掘进施工法是：先挖掘隧道上部、在上部挖掘之

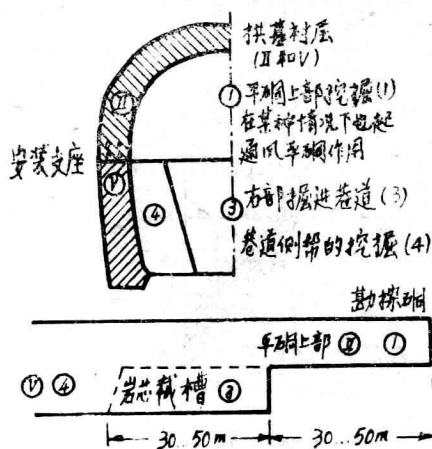


图13 比利时掘进施工法

后，用拱基加固拱形衬层。若要安置跨拱、常常需要挖掘岩芯并逐段地支护跨拱，但不应同时挖掘相邻接的部位（见图