



20世纪80年代早期，约翰·慕瓦尼（John Mulvany）与约翰·利兹（John Leeds）博士在澳大利亚沙漠地带进行直流电压梯度检测技术（DC Voltage Gradient Technique）实验；当时该技术尚处于早期开发阶段测试阶段。

在地埋管外腐蚀直接评价体系中，有两种最为重要的手段：直流电压梯度检测法（DCVG）与密间隔电位检测法（CIPS）。这两种手段都利用了管道阴极保护（CP）系统——两种管道外壁缓蚀技术之一。原来的02号文件将直流电压梯度检测法（DCVG）与交流电压梯度检测法（ACVG）归为一类，显然这是不对的，因此重新颁布的NACE SP 0502-2008标准改正了这一错误。DCVG与ACVG检测法有天壤之别。欲了解涂层缺陷的各种属性请见第3页；7号资料页则会对AC与EM技术的局限性加以说明。

如今用于评估管道阴极保护系统（Cathodic Protection system）有效性的方法只有两种：密间隔电位检测法（CIPS）与直流电压梯度检测法（DCVG）

注：ECDA即NACE SP 0502-2008文件中所定义的“外腐蚀直接评价法”。

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.
Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom
E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

电话：44 (0)1942522180 传真：44 (0)1942522179

第1页

29年来，我们在DCVG技术方面一直遥遥领先—— “我们领先，他人仿效”

直流电压梯度检测法（DCVG）是由澳大利亚前电信系统防腐蚀工程师（Telecom Corrosion Engineer）约翰·慕瓦尼（John Mulvany）发现的。在DCVG技术开发应用方面，慕瓦尼先生与DCVG公司的利兹博士开展了广泛的合作。29年来，在他们的努力下，DCVG公司的DCVG技术取得了长足的进展，让其他厂家望尘莫及。我们对数以千计的DCVG故障信号展开了检测，并且将已收集的电子数据诠释给本公司产品的用户；而技术转移则是通过细致培训与Email技术支持来实现的。发现涂层缺陷并不难，但要正确理解检测数据、辨别缺陷种类并且有针对性地开展维修，则需要丰富的经验与DCVG公司所掌握的尖端技术。

直流电压梯度检测（DCVG）的技术原理

检查阴极保护（Cathodic Protection）时，若电流穿过土壤并触及有涂层缺陷的裸管，土壤中就会产生电压梯度。涂层缺陷越严重，电流就会越强，电压梯度也就越高；从而检测者可以确定哪一部位的涂层缺陷是急需修复的。电压梯度是通过观察两根硫酸铜电极（装有毫安计）的平衡情况来测量的。若使两根电极分隔1.5米，置于涂层破损处带有电压梯度的土地上方，其中一根电极获得的正电位就会比另一支电极高；检测者可以以此来判断电流流向、确定涂层缺陷的位置。为了简化定位解析步骤，我们可以发送非对称局部阴极保护（CP）开/关脉冲，使CP系统免受直流电（DC）的影响（如Tellurics、直流电牵引等）。一般用管道CP系统或独立电源发送脉冲直流电，此类电源可为便携式直流发电机或使用了临时地床、装在管道原有CP系统顶部的电池。

进行检查时，检测者应沿着管道走，观察梯度电压的脉动规律。当接近涂层破损处时，毫安计指针即会对脉冲做出反应，指向电流方向，即涂层缺陷处。

若检测者走过了涂层破损处，指针即会反转；随着检测者远离破损处，指针将慢慢回复原位。此时可沿原路折回，直到指针不在任意方向发生偏转为止。这样即可确定涂层缺陷在两支电极之间的哪一点上。检测者还可沿与之垂直的路线重复上述检查步骤，二者交叉处即为电压梯度最高的地方，而这一点往往是涂层缺陷的上方。



为了确定涂层缺陷的性质，如严重性、形状、腐蚀情况等，检测者可在这一带进行各种电气测量。

直流电压梯度检测法（DCVG）的优点在于，这种技术可在正常情况下随时利用管道已有的阴极保护（CP）系统，其结果也反映了各处涂层损坏与CP效果之间的关系，而这类信息对抗蚀工作的展开是相当重要的。交流电（AC）检测法或电磁技术（Electromagnetic Technique）都无法提供这方面的直接研究资料。

直流电压梯度技术（DCVG Technique）的应用范围包括：城市街道、加工厂及精炼厂、穿河/河口管道、湿地、并行管道系统、气/油/化学品/水管等。DCVG技术还可用于对电话及电力电缆的保护涂层进行评估。

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

可以把通过直流电压梯度（DCVG）检测得到的详细资料与管地电位（Pipe to Soil Potential）、土壤电阻率及组成（Soil Resistivity and Composition）、土壤pH值、温度、操作记录、中期检查结果等其他信息放在一起，利用DCVG公司出品的外腐蚀直接评价工具等软件进行分析，确定管道修复对钢材、涂层以及阴极保护（CP）的要求，从而以最为经济有效的方法开展修复工作。

请注意，所谓的“DCVG/CIPS”数字综合检测法并未采用真正意义上的DCVG技术，实际上不过是侧缘密间隔电位检测法（LATERAL CIPS）。这是一种十分原始的涂层破损评估方法，结果并不准确，而把“DCVG数字检测法”当成新技术的公司显然对DCVG技术并不了解。请参考11号资料页。

在检查涂层缺陷时应当测量哪些属性？

要想使管道维护工作经济有效，收集并分析重要的信息是至关重要的。以下表格中列出了进行后续分析所需测量的涂层缺陷主要属性及其优先度；如果您认为该表尚需进一步完善，请通知我们。

进行涂层缺陷分析所需的相关属性		
优先度	属性	应用技术
1	破损处阴极电流	DCVG
2	破损处阳极电流	DCVG
3	破损处净电流传输情况	DCVG
4	土壤电阻率	EM
5	CIPS关管地电位	CIPS
6	CIPS开管地电位	CIPS
7	直流电（DC）干扰	DCVG & CIPS
8	交流电（AC）干扰	电压计
9	涂层剥离	目测/DCVG/涂层类型
10	土壤pH值	酸度计
11	土壤类型	目测
12	植被/根系	目测
13	破损严重程度	DCVG
14	破损面大小	挖掘后目测
15	位置	DCVG/GPS
16	与另一破损处之间的距离	DCVG/GPS
17	整体破损密度	DCVG/GPS
18	涂层类型	历史记录
19	补口情况	历史记录
20	涂层使用时间	历史记录

表中所用技术全称：

EM = 电磁土壤电阻率测量（Electromagnetic Soil Resistivity Measurement）。

DCVG = 模拟交流电压梯度检测法（Analogue DC Voltage Gradient Technique），上表中并未提及“DCVG/CIPS数字综合检测法”，因为后者实际上不过是侧缘CIPS检测法，并不是新兴技术。

CIPS = 密间隔电位检测法（Close Interval Potential Survey Technique），北美也将其缩写为“CIS”。

GPS是指sub-metre GPS定位及距离测量设备，如天宝高精度信号接收机（Trimble Pro XRT）等。

外腐蚀直接评价（ECDA） SP 0502-2008标准的表2已经列明，用于评估管道阴极保护情况的技术只有两种，一种是CIPS，另一种则是DCVG。二者分别利用电势与净电流进行判断，均符合阴极保护标准，可用于确定管道的保护情况是否良好。

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

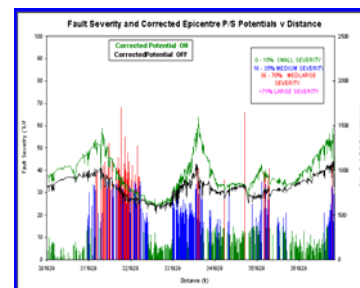
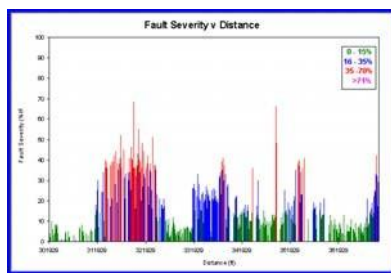
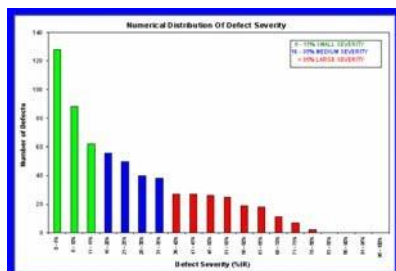
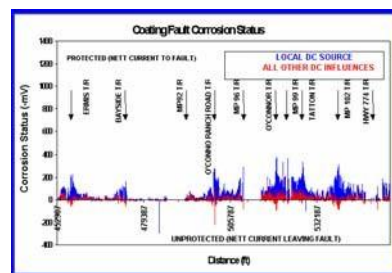
表2中列出的其他技术，均仅用于查找涂层缺陷的位置。

DCVG公司所提供的10号资料页列出了ECDA SP 0502-2008 文件的错误、局限性及疏漏之处；进行外腐蚀直接评价研究时，请将以上因素考虑在内。

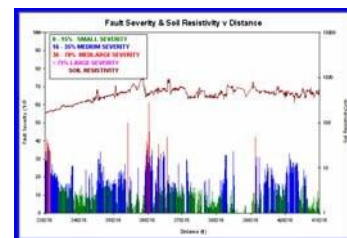
ECDA 数据分析

并不是每一处涂层缺陷或金属损失点都需要修复。实际上，对于大多数管道来讲，99%以上的涂层缺陷都没有发生金属损失。然而，如果阴极保护不力、土壤电阻过低，普通涂层缺陷也有发生金属损失的危险。对严重金属损失点进行及时修复是相当必要的。在大多数情况下，只需根据需要来展开涂层修复，使得阴极保护（CP）更为有效。请记住，中期检测工具会对问题的征状进行探测；如果将直流电压梯度检测法（DCVG）与电位测量法

结合使用，即可对导致金属损失的真正原因（涂层破损、阴极保护系统效果不佳而导致防腐蚀系统崩溃）进行分析。



如果要把所有破损的涂层修补好，其所耗恐怕难以估算。因此我们需要对相关数据进行详细分析，寻找藏在低土壤电阻率区域、耗电较大的涂层缺陷；这样待其修复之后，该区域的阴极保护（CP）即可重新发挥作用，从而加强对尚未修复的破损点的保护。



DCVG公司开发的外腐蚀直接评价（ECDA）软件可对多种检测数据（包括中期检测主句）进行分析，从而查找急需修复的涂层严重缺陷。该软件可处理ECDA过程的全部4个步骤：预评估（Pre Assessment）、间接评估（Indirect Assessment）、直接检查（Direct Examination）以及后续评估（Post Assessment）。本软件是防腐蚀工程师专为业内人士而开发的，操作极为简便。

在它的帮助下，本公司工程师已经对11,000多千米长的管道进行了实地测试，涉及到各种涂层系统以及超过100,000处涂层缺陷，其效果令人十分满意。我们的ECDA程序还能估算钢管、涂层及阴极保护系统修复成本，便于用户确定修复顺序、根据公司能力制订预算、筹措资金。

技术支持

为使本公司的直流电压梯度（DCVG）及密间隔电位（CIPS）检测设备发挥最大功用，我们可通过电子邮件或Skype为用户提供无限免费技术支持服务。本公司Skype地址为dvcg-sarah。我们还承接数据解析业务，并为管道管理企业进行委托检测评估。

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dvcg@dvcg.com, sales@dvcg.com www.dvcg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

管道检测规程

1. “埋地管道涂层质量检测规程——直流电压梯度检测法（DCVG）”
2. “埋地管道涂层质量检测规程——密间隔电位检测法（CIPS）”
3. “埋地管道涂层质量检测规程——模拟直流电压梯度（analogue DC Voltage Gradient）及数字密间隔电位（digital Close Interval Potential Survey）综合检测法（利用DCVG开/关脉冲序列）”
4. “埋地管道周围土壤电阻率检测规程——电磁（Electromagnetic）检测法”
5. “埋地管道覆盖面厚度检测规程——电磁（Electromagnetic）检测法”
6. “埋地管道涂层质量检测法——直流电压梯度（DCVG）及密间隔电位（CIPS）综合检测法（配合使用金属损失检测工具）”
7. “管道涂层修复技术规程”
8. “管道涂层修复质量控制技术规程”
9. “管道涂层修复一般合同规定”

介绍DCVG技术其他应用实例（如城市地下、并行管道、海口等）的资料页正在准备中。

在本公司官网www.dcvg.com升级之后，您即可在线购买DCVG公司所有技术规程、使用方法说明、技术报告、设备及备件。

直流电压梯度检测法1、2阶培训课程

本课程将向调查员详细介绍外腐蚀直接评价（ECDA）的实施方法，内容包括：如何同时进行直流电压梯度检测法（DCVG）、密间隔电位检测法（CIPS）与管道定位法（Pipe Location），如何匹配ILI信息等数据，如何进行数据解析，相关技术的优劣，以及在调查与数据分析过程中可能出现的问题。（任何一种技术都有自己的局限性与误差，只是常常被忽略。）为了进行有效的ECDA评价，首先收集质量数据是十分必要的。1阶课程为期5天，学员最好能在管道处进行实地学习。我们的宗旨是实现最大限度的技术转移，因此课程分为两部分：课堂教学与实地培训。在接受最初两天的培训之后，操作者将使用设备来寻找管道缺陷、进行电气测量、分析数据并从中提取修复工作所需的相关信息。2阶课程为期3天，主要涉及调查组织（Survey Organisation）、复杂调查（Complex Surveys）、数据分析（Data Analysis）等详细内容；此外，教师还将对学员的调查工作展开评估。学员可领到一本十分详尽的指导手册，DCVG技术各方面相关知识均已包含在其中；手册只向学员发放。DCVG Technology and Supply公司还为客户准备好了大量科技论文，帮其了解DCVG的技术原理及应用方法。

本公司正在针对DCVG与其他涂层检测技术开展不懈的研究，正因如此，我们才能成为埋地管道涂层评估市场的佼佼者。请记住，钢管腐蚀是导致管道故障的重要因素之一；而涂层缺陷也会引致应力腐蚀破裂（Stress Corrosion Cracking）——最为危险的管道失效形式。

学员在学过1阶课程之后才能接受2阶课程培训。

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

DCVG培训课程内容

1阶课程	2阶课程
<p>第1课 课程设置介绍</p> <p>电化学基础</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 抗腐蚀要求 2. 甫尔拜图 (Pourbaix Diagram) 3. 阴极电化过程 4. 阴极保护与阴极膜 5. 有机及无机涂层 <p>第2课 实用电化学</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 地管电位: 测量与局限 7. 涂层与阴极保护 (CP) 的关系 8. 阴极保护的局限性 9. 典型阴极保护电流对不同涂层质量的要求 10. 因金属损失、应力腐蚀破裂等因素而造成的管道失效 <p>第3课 涂层失效机理</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. 一般讨论 12. 胶带包覆 13. 沥青与煤焦油 14. 薄膜涂层 (FBE) 15. 其他涂层系统 <p>第4课 直流电压梯度检测技术 (DCVG)</p> <ol style="list-style-type: none"> 16. DCVG技术基础知识 17. DCVG设备详细介绍 18. DCVG脉冲 (仪表指示); 实际课堂演示 19. DCVG信号电路 20. DCVG涂层缺陷检测方法 <p>第5课 DCVG电气测量</p> <ol style="list-style-type: none"> 21. 了解DCVG信号振幅 22. 通过电气测量法确定涂层破损的严重程度 23. 用等电势图来确定涂层破损形状 24. 确定破损处的腐蚀作用 25. 确定涂层缺陷处的CP来源 26. 直流电牵引 (DC Traction) 与其他干扰效应 27. 典型DCVG检测结果 <p>第6课 DCVG技术的特殊用途</p> <ol style="list-style-type: none"> 28. 检查并行管道 29. 复杂管网 30. 利用DCVG来检查阴极保护 (CP系统) 31. 测试桩、绝缘法兰、套管穿越 32. 利用DCVG来进行阴极保护控制 <p>第7课 其他检测技术</p> <ol style="list-style-type: none"> 33. 地管电势测量 34. 密间隔电位测量技术 (CIPS) 35. CIPS技术的局限性 36. DCVG技术的局限性 <p>第8课 组织实地调查</p> <ol style="list-style-type: none"> 37. 需要从记录中获知的信息 38. 安装断续器 39. 需初步测量的DCVG信号振幅 40. 开始调查及定位 41. 需要记录的数据及记录方法 42. 需要使用的距离测量技术及其各自的局限性 43. 准备分析数据 <p>第9课 实地作业/寻找涂层缺陷</p> <ol style="list-style-type: none"> 44. 为DCVG检测建立条件 45. DCVG信号振幅测量 46. 涂层缺陷定位 <p>第10课 涂层缺陷处的电气测量</p> <ol style="list-style-type: none"> 47. 阳极/阴极腐蚀作用 48. 电气测量与破损严重程度 <p>第11课 DCVG数据分析</p> <ol style="list-style-type: none"> 49. 涂层缺陷严重度计算 50. 检测结果评估 51. 埋管深度与土壤电阻率对缺陷严重度的影响 52. 需要修复的涂层缺陷 53. 用DCVG公司的ECDA程序来进行数据分析 54. 一般讨论 55. 复习与提问 <p>第12课 笔试</p> <ol style="list-style-type: none"> 56. 在90分钟内回答10个问题 57. 一般讨论 58. 学业评估 	<p>第1课 课程设置介绍</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 评论学员调查作业, 讨论学员问题 2. 客户教育及合约 3. 外腐蚀直接评价 (ECDA) 规程初探 4. DCVG调查规程详细介绍、客户教育、客户需要介绍 <p>第2课</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. 调查团队组成 6. 调查员选择及教育 7. 实地作业及数据分析所需设备与计划 8. 制定调查计划 9. 管理调查团队/多个调查团队 <p>第3课</p> <ol style="list-style-type: none"> 10. 进行调查、调查方法、收集实地数据、评估阴极保护 (CP) 硬件与ROW 11. 介绍整流器、临时CP系统及其问题与局限性 12. 调查、许可证、与土地所有者协作、与客户协作 <p>第4课</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. 调查具体问题: 围栏、电围栏、河流、城市街道、无测试桩 14. 并行管道、复杂管网 15. 客户每日/每周/每月报告, 利用Email发送报告 16. DCVG调查误差及局限性, 设备问题及维护 <p>第5课</p> <ol style="list-style-type: none"> 17. 评测调查数据类型 18. 距离测量技术 (包括GPS) 19. 场地——办公室数据传输 20. 收集/避免误差 21. 地上调查的其他方法 <p>第6课</p> <ol style="list-style-type: none"> 22. CIPS技术, 各种CIPS设备及操作方法 23. CIPS设置, 该技术误差与局限性 24. DCVG与CIPS综合检测法, 应采集的数据类型, ECDA要求 <p>第7课</p> <ol style="list-style-type: none"> 25. 组织综合检测与数据收集 26. 合作进行土壤电阻率检测、金属损失检测、超声导波检测及声发射检测, 等等 27. 土壤电阻率的重要性 <p>第8课</p> <ol style="list-style-type: none"> 28. 匹配DCVG/CIPS/土壤电阻率/金属损失等检测数据集; 关键点 29. 涂层缺陷特定及非特定数据; 各种数据的用途 <p>第9课</p> <ol style="list-style-type: none"> 30. 数据分析; 为满足客户要求, 应从分析中提取哪些信息? <p>第10课</p> <ol style="list-style-type: none"> 31. 美国当前所用的外腐蚀直接评价 (ECDA) 方法及其局限性; 关于ECDA程序输入数据类型的详细介绍 32. 怎样糟糕的数据才会导致ECDA程序失效 <p>第11课</p> <ol style="list-style-type: none"> 33. 数据分析程序及其运作原理 34. DCVG技术的高级应用; SCC研究 35. 关于伪DCVG技术的详细讨论 36. 直流电检测法与 (DC) 与交流电检测法 (AC); 误差及局限性 <p>第12课</p> <ol style="list-style-type: none"> 37. 将ECDA分析数据转为修复程序 38. 明确管道修复需要、金属损失、涂层及阴极保护 39. 管道修复方法 (包括重新定位破损处) 40. 复习课程内容、讨论ECDA的应用方法、再次调查 41. 回顾学员对调查报告范例的评论; 讨论报告缺点及问题

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

电话: 44 (0)1942522180 传真: 44 (0)1942522179

第6页

直流电压梯度 (DCVG) 检测设备 (全套或基本配置)

用户可购买全套设备，也可仅选择基本配置。所有直流电压梯度检测全套套组均在英国按照军用标准生产，且配有备件。全套设备已包含所有配件（在调查埋地管道时所需的直流电源除外）。该设备是澳大利亚原装产品的直接衍生物，以专用便携保护箱包装，有两个主要部件：断续器与测量计。生产商极为注重产品的简约、质量与耐用性；此外，本设备的操作也十分灵活，便于使用。尽管本品已附带说明书，但我们还是会向操作者提供培训服务，帮其了解如何收集数据、分析并诠释测量结果，从而让各位用户在这一技术转移的过程中有最大的收获。基本套组仅包含DCVG检测所需的基本部件，但其质量丝毫不减；本套组不含保护箱与备件。

DCVG基本套组		DCVG全套套组	
DCVG检测T/R断续器	1	DCVG检测T/R断续器	1
DCVG测量计	1	DCVG测量计	1
探头手柄（斜纹）	2	探头手柄（斜纹）	2
硫酸铜参比探头	2	硫酸铜参比探头	2
右手连接导线	1	右手连接导线	1
左手连接导线	1	左手连接导线	1
参比探针座	2	参比探针座	2
探头垫圈	2	探头垫圈	4
木制探头尖	4	木制探头尖	4
铁氟龙（PTFE）密封带	1	铁氟龙（PTFE）密封带	1
120/240 伏电池充电器	1	120/240 伏电池充电器	1
电池充电适配器导线	1	电池充电适配器导线	1
DCVG设备说明书	1	DCVG设备说明书	1
无便携箱		设备便携箱	1
		探头便携箱	1
		DCVG操作说明	1

所有套组中的独立断续器均可由卫星断续器替代。后者与我们的Quantum CIPS设备完全兼容。断续器容量为50或125安均可。若管道装有多部整流器，我们建议用户购买卫星控制同步断续器，这样即可同时开/关全部整流器。

设备备件

直流电压梯度检测 (DCVG) 设备的所有备件均可直接购买；用户还可选购某些附加部件，以满足恶劣条件及寒冷天气下的检测需要。DCVG备件与30年之内出厂的早期型号完全兼容。此外，有许多DCVG备件也可以在我们的Quantum CIPS数据记录设备上使用。请与我们联系索取备件目录；登录本公司官网



的Quantum CIPS数据记录设备上使用。请与我们联系索取备件目录；登录本公司官网

DC Voltage Gradient Technology & Supply Ltd.

Greenbank House, Swan Lane, Hindley Green, Wigan, WN2 4AR, United Kingdom

E-mail: dcvg@dcvg.com, sales@dcvg.com www.dcvg.com Copyright © DCVG Ltd., 2014

www.dcvg.com 也可了解相关信息或直接购买上述产品。

DCVG公司还可针对DCVG与CIPS设备的所有部件提供修复、升级、校正等服务。

